

Imaginea
naturii în
fizica
contemporană

WERNER
HEISENBERG

DAS NATURBILD DER HEUTIGEN PHYSIK

WERNER HEISENBERG

rowohlts deutsche enzyklopädie series

Herausgegeben von Ernesto Grassi

Copyright © 1955 by Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH, Reinbek bei Hamburg

IMAGINEA NATURII ÎN FIZICA CONTEMPORANĂ

Werner Heisenberg

Copyright © 2001 - ALL EDUCATIONAL

Traducere: Gheorghe Pascu

Toate drepturile rezervate Editurii ALL EDUCATIONAL. Nici o parte din acest volum nu poate fi copiată fără permisiunea scrisă a Editurii ALL EDUCATIONAL. Drepturile de distribuție în străinătate aparțin în exclusivitate Editurii ALL EDUCATIONAL.

Copyright © 2001 by ALL EDUCATIONAL. All rights reserved. The distribution of this book outside Romania, without the written permission of ALL EDUCATIONAL is strictly prohibited.

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale

HEISENBERG, WERNER

Imaginea naturii în fizica contemporană / Heisenberg Werner; trad.

Gheorghe Pascu. - București, ALL EDUCATIONAL, 2001

p. 168; cm. 20

titl. orig. (ger): Das Naturbild der heutigen Physik.

ISBN 973-684-332-7

I. Pascu, Gheorghe (trad.)

53

Editura **ALL EDUCATIONAL**

București

B-dul Timișoara nr. 58, sector 6,

cod 76548

☎ 402 26 00; 402 26 01.

Fax: 402 26 10.

Comenzi la:

comenzi@all.ro

URL:

<http://www.all.ro>

Redactor:

Gilbert Lepădatu

Coperta:

Daniel Țuțunel

WERNER HEISENBERG

**IMAGINEA NATURII
ÎN FIZICA CONTEMPORANĂ**

Ediție îngrijită de Ernesto Grassi

Traducere de Gheorghe Pascu



I. IMAGINEA NATURII ÎN FIZICA CONTEMPORANĂ

S-a pus întrebarea dacă nu cumva atitudinea omului modern față de natură s-ar deosebi atât de mult de cea a vremurilor trecute încât deja prin aceasta s-ar oferi un punct de plecare complet diferit pentru orice fel de relație cu ea, de exemplu pentru relația artistului cu natura. Atitudinea epocii noastre față de natură nu-și găsește expresia, ca în secolele trecute, într-o filosofie evoluată a naturii, ci va fi determinată, în mare măsură, de științele moderne ale naturii și de tehnică. De aceea, a căuta imaginea naturii în științele contemporane ale naturii, în special în fizica modernă, nu este numai dorința naturalistului. Firește, încă de la bun început trebuie exprimată o rezervă: nu prea avem argumente să credem că aici imaginea lumii specifică științelor actuale ale naturii ar fi influențat nemijlocit raportul – de exemplu cel al artistului modern - cu natura; se poate admite însă, cu siguranță, că schimbările petrecute în fundamentele științelor moderne ale naturii sunt un semnal pentru modificările profunde din temeiurile existenței noastre, care se vor răsfrânge desigur în toate celelalte domenii ale vieții. Sub acest aspect, și pentru omul care încearcă să pătrundă în esența naturii creator sau prin interpretare poate fi important să întrebe ce schimbări au avut loc, în ultimele decenii, în imaginea naturii propriie științelor naturii.

1. Problema naturii

a) Schimbări ale atitudinii cercetătorului față de natură

Să ne întoarcem mai întâi la rădăcinile istorice ale științelor moderne ale naturii. Atunci când această știință a fost întemeiată de către Kepler, Galilei și Newton în secolul al XVII-lea, încă mai exista la început imaginea naturii specifică Evului Mediu, care vedea în natură în primul rând creația lui Dumnezeu. Natura

a fost gândită ca operă a lui Dumnezeu, iar oamenilor acelor timpuri li s-ar fi părut lipsit de sens să chestioneze lumea materială independent de el. Ca document al acelor vremuri aş dori să citez cuvintele cu care Kepler îşi încheie ultimul volum al „Armoniei Cosmice”: „Ție îţi exprim mulţumirea, Doamne Dumnezeule, Creatorul nostru, că m-ai învrednicit să văd frumuseţea în creaţia Ta, şi de opera mâinilor Tale mă bucur. Priveşte, astfel am săvârşit opera la care m-am simţit chemat; am folosit talentul pe care mi l-ai dat; am vestit oamenilor care vor citi aceste demonstraţii măreţia operelor Tale, atât cât am putut cuprinde din ele în mărginirea minţii mele.”

Dar deja în decursul câtorva decenii atitudinea oamenilor faţă de natură s-a schimbat fundamental. Pe măsură ce cercetătorul se adâncea în particularităţile proceselor naturii, el îşi dădea seama că se pot desprinde, într-adevăr, așa cum începuse să facă Galilei, procese particulare ale naturii din ansamblu, se pot descrie matematic şi astfel se pot şi „explica”. El începe să-şi dea seama de sarcina infinită care se impune ştiinţelor naturii aflate în prima fază a dezvoltării lor. Pentru Newton deja, lumea nu mai era defel doar opera lui Dumnezeu, ce poate fi înţeleasă ca un întreg. Atitudinea lui faţă de natură poate fi redată cel mai limpede amintind de vorba sa, cum că s-ar simţi ca un copil ce se joacă pe malul mării şi se bucură atunci când găseşte ici-colo o piatră mai şlefuită sau o scoică mai frumoasă ca de obicei, marele ocean al adevărului întinzându-se necercetat înaintea lui. Această schimbare a atitudinii faţă de natură a cercetătorului poate fi înţeleasă eventual prin faptul că, în dezvoltarea gândirii creştine, în acea epocă Dumnezeu părea că stă atât de departe în ceruri, deasupra Pământului, încât începea să aibă sens să iei în considerare Pământul şi independent de el. Astfel, ar putea fi chiar îndreptăţit, în cazul ştiinţelor moderne ale naturii – cum apare la Kamlah – să se vorbească de o formă specific creştinească a absenţei lui Dumnezeu şi să se explice prin aceasta de ce o evoluţie corespunzătoare n-a avut loc şi în alte sfere culturale. Nu este,

așadar, o întâmplare faptul că tocmai în acele vremuri natura în sine devine obiect al reprezentării în artele plastice, independent de tema religioasă. Pentru științele naturii această tendință este în întregime satisfăcută dacă natura e considerată nu doar independent de Dumnezeu ci și independent de om, constituindu-se astfel idealul unei explicații sau descrieri „obiective“ a naturii. Oricum, trebuie subliniat faptul că pentru Newton este importantă chiar și o scoică, întrucât provine din marele ocean al adevărului; contemplarea ei nu este încă un scop în sine, studiul ei căpătând sens pe baza corelației întregului.

Vremurile ce au urmat au aplicat cu succes metoda mecanicii newtoniene la domenii din ce în ce mai ample ale naturii. Ele au încercat să scoată în evidență, prin experimente, particularitățile din desfășurarea naturii, să le observe obiectiv și să le înțeleagă în legitățile lor; a năzuit la formularea matematică a corelațiilor, a năzuit așadar să ajungă prin ele la „legi“ care sunt valabile neîngrădit în întregul univers, devenindu-i posibil în cele din urmă să folosească forțele naturii, prin tehnică, pentru scopurile noastre. Dezvoltarea uluitoare a mecanicii în secolul al XIX-lea, a opticii, a tehnicii calorice și a teoriei calorice la începutul secolului al XIX-lea stau mărturie pentru forța acestei abordări.

b) Modificări în semnificația cuvântului „natură“

Pe măsură ce o astfel de știință a naturii era încununată de succes, ea s-a extins și dincolo de domeniul experienței zilnice în sferele îndepărtate ale naturii, care puteau fi făcute accesibile abia prin tehnica ce se dezvoltă în conexiune cu științele naturii. Pasul determinant a fost, și în cazul lui Newton, cunoașterea faptului că legile mecanicii, care guvernează căderea unei pietre, determină și mișcările Lunii în jurul Pământului, că ele pot fi aplicate și la dimensiunile cosmice. În perioada care a urmat, științele naturii și-au început marșul triumfal în aceste sfere îndepărtate ale naturii despre care putem dobândi informații numai pe căi ocolite, prin tehnică, adică cu ajutorul unor aparate mai mult sau mai puțin

complicate. Astronomia a pus stăpânire, prin telescoape din ce în ce mai performante, pe mereu alte spații cosmice, chimia a încercat să deducă din comportarea substanțelor, în cazul transformărilor chimice, procesele la dimensiunile atomice, experimentele cu mașina electrostatică și pila voltaică au oferit prima vedere de ansamblu asupra fenomenelor electrice încă ascunse vieții cotidiene a acelor vremuri. Astfel, semnificația cuvântului „natură” ca obiect de cercetare al științelor naturii s-a schimbat progresiv; cuvântul a devenit o noțiune colectivă pentru toate acele domenii experimentale în care omul poate să pătrundă cu mijloacele științelor naturii și ale tehnicii, indiferent dacă ele îi sunt date ca „natură” în experiența nemijlocită. Și cuvântul „descrierea” naturii și-a pierdut din ce în ce mai mult semnificația inițială de expunere, care ar trebui să transmită o imagine vie, inteligibilă a naturii; s-a făcut referire într-o măsură crescândă la descrierea matematică a naturii, deci la o culegere cât mai precisă, scurtă, dar cuprinzătoare de informații privind corelațiile legice din natură.

Extinderea conceptului de natură care s-a petrecut pe jumătate inconștient prin această dezvoltare nu trebuia încă înțeleasă ca o abandonare principială a scopurilor originare ale științelor naturii, întrucât conceptele fundamentale hotărâtoare erau aceleași atât pentru experiența lărgită, cât și pentru experiența naturală, pentru secolul al XIX-lea natura fiind un proces legic în spațiu și timp, în descrierea căruia se poate face abstracție – dacă nu practic, totuși principial – de om și de intervenția sa în natură.

Ca element stabil în transformarea fenomenelor a fost considerată materia cu masă constantă, ce poate fi pusă în mișcare prin forțe. Întrucât din secolul al XVIII-lea experimentele chimice au fost interpretate și clasificate cu succes prin ipoteza atomului, ipoteză preluată de la antici, părea normal să privești atomul, în sensul filosofiei antice a naturii, ca ființă, existență propriu-zisă, ca o componentă neschimbătoare a materiei. Așa cum se petrecuse deja în filosofia lui Democrit, calitățile senzoriale ale materiei au fost considerate a fi doar aparențe: mirosul sau culoarea,

temperatura sau duritatea nu erau însușiri propriu-zise ale materiei, ele apăreau mai degrabă ca interacțiuni între materie și simțurile noastre și trebuiau explicate prin dispunerea și mișcarea atomilor și prin acțiunea acestei dispuneri asupra simțurilor noastre. A apărut astfel concepția despre lume, prea simplistă, a materialismului de secol XIX: atomii, în calitate de existențe propriu-zis neschimbătoare, se mișcă în spațiu, în timp, iar prin mișcarea și dispunerea lor reciprocă dau naștere fenomenelor variate ale lumii noastre senzoriale.

c) Criza concepției materialiste

O primă breșă în această imagine a lumii, chiar dacă încă nu prea periculoasă, a avut loc în a doua jumătate a secolului trecut prin dezvoltarea teoriei electricității, în care nu materia trebuia să fie considerată ca fiind realitatea propriu-zisă, ci câmpul de forțe. O interacțiune între câmpurile de forțe fără o substanță ca purtătoare a forțelor era mai puțin lesne de înțeles decât reprezentarea materialistă a realității fizicii atomice, aducând un element de abstractizare și neclaritate în concepția despre lume, de altfel atât de convingătoare. De aceea n-au lipsit încercările de a ajunge din nou la noțiunea simplă despre materie a filosofiei materialiste cu ajutorul unui ocol printr-un eter material, care trebuia să poarte aceste câmpuri de forță ca tensionare elastică; însă astfel de încercări n-au dat cine știe ce rezultate. Oricum exista consolare că și modificările câmpurilor de forțe puteau fi considerate procese în spațiu și timp, care pot fi descrise complet obiectiv, deci fără referire la modalitatea observării lor, corespunzând astfel cu imagini general acceptate ale unei evoluții legice în timp și spațiu. Tot astfel, câmpurile de forțe, care puteau fi observate doar în interacțiunea lor cu atomii, puteau fi considerate ca fiind provocate de atomi și utilizate bunăoară numai pentru explicarea mișcării acestora. Astfel, tot atomii erau cei care rămăseseră entitatea propriu-zisă, între ei existând spațiul gol care

deține un fel de realitate cel mult ca purtător al câmpurilor de forțe și al geometriei.

Pentru această imagine a lumii nici nu era foarte semnificativ faptul că după descoperirea radioactivității, spre finele ultimului secol, atomii din chimie n-au mai putut fi percepuți ca fiind ultimele elemente de construcție indivizibile ale materiei, că aceștia, la rândul lor, sunt compuși din nou din trei tipuri de elemente constructive de bază, pe care astăzi le numim protoni, neutroni și electroni. Această descoperire a dus, în ceea ce privește consecințele practice, la transformarea elementelor și la tehnologia atomică, devenind astfel extraordinar de importantă. În privința întrebărilor fundamentale nu se schimbă însă nimic prin faptul că am recunoscut protonii, neutronii și electronii ca fiind cele mai mici elemente de construcție ale materiei, interpretându-le ca existență propriu-zisă. Pentru concepția materialistă a lumii este importantă doar posibilitatea de a considera aceste elemente de construcție ale particulelor elementare drept ultima realitate obiectivă. Pe această bază se așezase deci imaginea lumii, bine încheagată, a secolului al XIX-lea și a începutului de secol XX, care datorită simplității sale și-a păstrat de-a lungul unor decenii întreaga sa forță de convingere.

Dar tocmai în acest punct au avut loc în secolul nostru schimbări profunde în bazele fizicii atomice, care se îndepărtează de concepția despre realitate a filosofiei atomiste din Antichitate. S-a dovedit că acea sperată, obiectivă realitate a particulelor elementare reprezintă o simplificare prea grosieră a stării reale de fapt, ea fiind nevoită să facă loc unor reprezentări mult mai abstracte. Dacă dorim să ne facem o imagine despre felul particulelor elementare, nu mai putem face abstracție în principiu de procesele fizice prin care primim informații despre ele. Când observăm obiecte ale experienței noastre cotidiene, procesul fizic care mijlocește observația joacă doar un rol subordonat. La cele mai mici elemente constitutive ale materiei însă, orice proces de observare generează o perturbare majoră; nici nu se mai poate

vorbi de comportamentul particulei, desprins de procesul de observare. Acest lucru are drept consecință faptul că legile naturii pe care le formulăm matematic prin teoria cuantică nu mai tratează despre particulele elementare în sine, ci despre cunoașterea noastră a particulelor elementare. Întrebarea privind existența acestor particule „în sine” în spațiu și timp nu mai poate fi pusă sub această formă, deoarece putem vorbi mereu doar despre procesele care se desfășoară atunci când prin interacțiunea particulei elementare cu alte sisteme fizice, de exemplu cu aparatele de măsură, se dorește relevarea comportamentului particulei. Reprezentarea realității obiective a particulelor elementare s-a volatilizat într-o manieră stranie, nu în ceața unei reprezentări tulburi sau neînțelese a realității, ci în limpezimea transparentă a unei matematici care nu mai ilustrează comportamentul particulei elementare, ci cunoașterea noastră despre acest comportament. Fizicianul din domeniul fizicii atomice a fost nevoit să se mulțumească cu faptul că știința lui este doar o verigă în lanțul nesfârșit al confruntărilor omului cu natura, *că (această știință) nu poate însă vorbi de natura „în sine” pur și simplu*. Științele naturii presupun din totdeauna omul, iar noi trebuie să fim conștienți, așa cum a spus Bohr, de faptul că nu suntem doar spectatori, ci și actori în spectacolul vieții.

2. Tehnica

a) Interacțiunea dintre tehnică și științele naturii

Înainte de a vorbi de consecințele generale ale acestei noi situații din fizica modernă, să ne ocupăm de răspândirea tehnicii, ce merge mână în mână cu evoluția științelor naturii, fiind mai importantă pentru viața practică de pe Pământ; abia această tehnică a propagat științele naturii, pornind dinspre Occident, pe tot globul, conferindu-i un loc central în gândirea epocii noastre. În acest proces evolutiv al ultimilor 200 de ani, tehnica a fost mereu premisa și rezultatul științelor naturii. Ea este premisa pentru că o dezvoltare și aprofundare a științelor naturii se poate materializa adeseori

doar printr-o perfecționare a mijloacelor de observare; se poate aminti descoperirea telescopului și a microscopului sau descoperirea razelor Roentgen. Pe de altă parte, tehnica este urmarea științelor naturii deoarece exploatarea tehnică a forțelor naturii devine posibilă abia pe fondul unei cunoașteri profunde a domeniului experimental respectiv.

Astfel s-a dezvoltat, mai întâi în secolul al XVIII-lea și la începutul de secol XIX, o tehnică care se bazează pe exploatarea proceselor mecanice. Aici mașina imită adeseori activitatea mâinii omului, fie că este vorba despre tors și țesut, despre ridicarea unor greutăți sau despre forjarea unor piese metalice mari. De aceea această formă a tehnicii a fost resimțită la început ca o continuare și extindere a vechiului meșteșug; celui neinițiat ea îi apărea la fel de inteligibilă și limpede ca și vechiul meșteșug însuși, ale cărei principii le cunoștea fiecare, chiar dacă nu putea să imite în detaliu mișcările acestuia. Acest caracter al tehnicii nu s-a modificat fundamental nici o dată cu introducerea mașinii cu aburi; în schimb tehnica, pornind de la acest moment s-a extins într-o măsură necunoscută până atunci, pentru că de acum forțele naturii înmagazinate în cărbune puteau fi puse în slujba omului și puteau executa munca manuală a acestuia.

O schimbare hotărâtoare a caracterului tehnicii a avut loc însă abia o dată cu dezvoltarea electrotehnicii în cea de-a doua jumătate a secolului trecut. Aici nu prea se mai poate vorbi de o legătură nemijlocită cu vechiul meșteșug. Era vorba mai ales despre exploatarea forțelor naturii, care nu prea îi erau cunoscute omului din experiența nemijlocită în natură. De aceea, electrotehnica mai are chiar și astăzi pentru mulți oameni un caracter straniu; ea este adeseori resimțită ca un lucru neînțeles, deși ne înconjoară pretutindeni. Firele de înaltă tensiune de care nu ai voie să te apropii ne dau o oarecare lecție observabilă despre noțiunea câmpului de forțe, pe care științele naturii îl utilizează aici; dar acest domeniu al naturii ne rămâne, în fond, străin. A căuta în interiorul unui

aparatură electrică complicată este uneori neplăcut, așa cum neplăcut este să asiste la o intervenție chirurgicală.

Tehnica chimică ar putea fi privită din nou ca o prelungire a unor vechi ramuri de meserii; ne gândim la vopsitorii, tăbăcarii și farmaciile. Dar nici aici dimensiunile tehnicii chimice, dezvoltată din nou de pe la începutul secolului, nu permit nici o comparație cu situațiile anterioare. În tehnica atomică, în sfârșit, este vorba în totalitate despre exploatarea unor forțe ale naturii, la care nu se poate ajunge din lumea experienței naturale. Poate că și această tehnică ne va fi cândva la fel de accesibilă cum este electrotehnica pentru omul modern, despre care nu-ți mai poți închipui că ar putea lipsi din mediul ambiant al acestuia. Dar nici obiectele care ne înconjoară zi cu zi încă nu devin prin aceasta *un fragment de natură* în sensul original al cuvântului. Poate că mai târziu, numeroasele aparate tehnice vor face parte inevitabil din viața omului, așa cum casa melcului ține de melc și pâza ține de păianjen. *Dar și atunci aparatele ar fi mai degrabă părți ale organismului nostru uman decât părți ale naturii ce ne înconjoară.*

b) Intervenția tehnicii în raportul naturii față de om

Astfel, prin faptul că îi transformă într-o mare măsură mediul înconjurător, aducându-i neconținut și inevitabil în fața ochilor aspectul științific al lumii, tehnica intervine adânc în raportul naturii față de om. Pretenția științelor naturii de a putea să se extindă în întregul cosmos printr-o metodă care selecționează și radiografiază de fiecare dată particularul, progresând astfel de la corelație la corelație, se oglindește în tehnică, care pătrunde pas cu pas în mereu alte domenii, transformă lumea înconjurătoare sub ochii noștri și îi imprimă astfel imaginea noastră. Așa cum în științele naturii fiecare problemă particulară se subordonează sarcinii mai înalte de a înțelege natura în întregul ei, la fel și fiecare progres tehnic mai mic se subordonează scopului general de a extinde dominația materială a omului. Valoarea acestui scop este la fel de puțin pusă la îndoială ca și valoarea cunoașterii naturii în științele

naturii, ambele scopuri contopindu-se într-unul singur în sloganul banal „Cunoașterea înseamnă putere“. Deși subordonarea față de scopul comun poate fi demonstrată cu certitudine pentru fiecare proces tehnic particular, este desigur la fel de caracteristic pentru întreaga evoluție faptul că procesul tehnic particular este corelat adesea într-un mod atât de indirect cu scopul general, încât nu prea poate fi considerat mai mult decât ca o parte a unui plan conștient în vederea atingerii acestui scop. În asemenea situații tehnica nu prea mai apare ca produs al eforturilor umane conștiente de extindere a dominației materiale, ci mai degrabă ca un proces biologic în mare, la care structurile ce sălășluiesc în organismul uman sunt transferate într-o măsură tot mai mare asupra mediului înconjurător al omului; un proces biologic deci, care este ca atare sustras de sub controlul omului; pentru că „omul poate desigur să facă ceea ce vrea, dar nu poate să voiască ceea ce vrea“.

3. Științele naturii ca parte a interacțiunii dintre om și natură

a) Tehnica și schimbările modurilor de viață

În acest context s-a spus adeseori că modificările profunde ale mediului nostru înconjurător și ale modului de viață în era tehnică ar fi reconfigurat și gândirea noastră într-o manieră periculoasă și că aici ar trebui căutată originea crizelor de care este zguduit timpul nostru, crize care se manifestă de exemplu și în arta modernă. Această remarcă este desigur mult mai veche decât tehnica și științele naturii din epoca modernă; pentru că tehnica și mașinile au existat într-o formă primitivă cu mult înainte, astfel încât oamenii vremurilor de mult apuse erau obligați să mediteze la astfel de întrebări. Cu două milenii și jumătate înainte, înțeleptul chinez Djuang Dsi, de exemplu, a vorbit deja despre pericolele utilizării mașinilor. Aș dori să citez aici un pasaj din scrierile lui, important pentru tema noastră:

„Pe când Dsi Gung trecea prin partea de nord a râului Han, a văzut un bătrân ce trebuia în grădina sa de zarzavaturi. El săpase șanțuri pentru irigații. Cobora în adâncul fântânii și scotea de acolo un vas plin cu apă, pe care-l vărsa. Se ostenea pe cât îl țineau puterile, dar realiza totuși puțin.

Dsi Gung spuse: există un dispozitiv cu care se pot iriga într-o zi sute de șanțuri. Cu puțin efort se reușește mult. Nu ați dori să-l folosiți? Grădinarul se îndreptă din șale, îl privi și spuse: și care ar fi acesta?

Dsi Gung spuse: se ia o pârghie de lemn, grea în spate și ușoară în față. În acest fel apa poate fi scoasă să se reverse. Aceasta este fântâna cu ciutură.

Bătrânul se supără foc și spuse râzând: L-am auzit pe dascălul meu spunând: atunci când cineva folosește mașini, el își face toate treburile sale ca o mașină; cel ce-și face treburile ca o mașină ajunge să aibă o inimă ca de mașină. Atunci însă când cineva are în piept o inimă ca de mașină, el va pierde simplitatea pură. Cel ce și-a pierdut simplitatea pură, acela devine șovăielnic în pornirile spiritului. Șovăiala în pornirile spiritului este un lucru care nu se împacă cu cugetul drept: nu că n-aș cunoaște astfel de lucruri, mi-e rușine însă să le aplic.“

Fiecare dintre noi simte că această veche povestire conține o mare parte de adevăr; „șovăiala în pornirile spiritului“ este poate una din descrierile cele mai potrivite pe care o putem da stării în care se află omul în criza noastră actuală: tehnica, mașina s-au răspândit într-o asemenea măsură în lume că nici un înțelept chinez n-ar fi putut-o bănuși, și totuși chiar și după două mii de ani au apărut frumoase opere de artă, iar simplitatea sufletului despre care vorbește filosoful nu s-a pierdut nicicum, afirmându-se de-a lungul secolelor ba mai slab, ba mai puternic, devenind mereu din nou fertilă. În fond, ridicarea seminției umane s-a realizat tot prin dezvoltarea uneltelor; prin urmare, nu tehnica în sine poate fi cauza faptului că în vremea noastră conștiința legăturii s-a pierdut în multe locuri.

Se va ajunge poate mai aproape de adevăr, dacă pentru multe din dificultăți se va face răspunzătoare, neașteptata și – în comparație cu schimbările de mai înainte – extraordinar de rapidă răspândire a tehnicii din ultimii cincizeci de ani, deoarece această rapiditate a schimbărilor, spre deosebire de secolele trecute, nu i-a lăsat timp omenirii să se adapteze la noile condiții de viață. Dar nici cu aceasta încă nu s-a explicat corect, sau încă nu complet, de ce epoca noastră pare a se afla în fața unei situații cu totul noi, pentru care nu putem găsi în istorie vreun echivalent.

b) Omul mai stă doar față în față cu sine însuși

Deja de la început a fost vorba despre faptul că transformările din fundamentele științelor moderne ale naturii pot fi privite probabil ca un simptom pentru strămutările din temeliile existenței noastre, care apoi se manifestă simultan în multe locuri, fie în schimbările felului nostru de viață și ale obiceiurilor de gândire, fie în catastrofele exterioare, războaie sau revoluții. Dacă încercăm să ajungem, plecând de la situația existentă în științele moderne ale naturii, la temeliile puse în mișcare, atunci vom avea impresia că poate raporturile nu sunt simplificate prea grosier dacă se spune că *pentru prima dată în decursul istoriei omul pe acest Pământ se mai află doar față în față cu sine însuși*, că nu mai găsește alți parteneri sau adversari. Acest lucru este mai întâi valabil, într-o manieră cât se poate de banală, în lupta omului cu pericolele externe. Înainte omul era amenințat de animale sălbatice, de boli, de foamete, de frig și alte stihii naturale, iar în această confruntare orice extindere a tehnicii însemna o întărire a poziției omului, deci un progres. În vremea noastră, când Pământul este tot mai populat, îngrădirea posibilităților de viață și prin aceasta amenințarea vin în primul rând de la ceilalți oameni, care își manifestă și ei dreptul la bunurile Pământului. În această confruntare însă, răspândirea tehnicii nu mai trebuie să fie un progres. Propoziția potrivit căreia omul se mai află doar față în față cu sine însuși este valabilă însă în era tehnicii într-un sens încă mult mai larg. În epocile trecute,

omul se vedea față în față cu natura; natura populată de ființe de tot felul era o împărăție care trăia după propriile ei legi și în care omul trebuia cumva să se integreze. În vremea noastră însă trăim într-o lume atât de mult transformată de om, încât pretutindeni, fie că mânuim aparatele vieții cotidiene, fie că mâncăm o hrană preparată de mașini sau pășim prin peisajul transformat de către om, ne lovim permanent de structurile generate de om, astfel încât ne întâlnim mereu, într-un anume sens, doar pe noi înșine. Desigur, există părți în lume unde acest proces încă nu s-a încheiat defel, dar în această privință, mai devreme sau mai târziu, dominația omului ar trebui să fie deplină.

Această situație nouă ni se înfățișează cel mai pregnant în științele moderne ale naturii, în care, așa cum am descris mai înainte, se relevă faptul că elementele de construcție ale materiei, care inițial erau considerate a fi ultima realitate obiectivă, nu mai pot fi absolut deloc privite „în sine“, că ele se sustrag vreunei fixări obiective în spațiu și timp, și că în fond numai cunoașterea noastră despre aceste particule o putem face obiect al științei. Scopul cercetării nu mai este deci cunoașterea atomilor și a mișcării acestora „în sine“, deci desprins de poziția noastră interogativă experimentală; ne aflăm mai degrabă, de la bun început, în centrul confruntării dintre natură și om, în care științele naturii sunt doar o parte, astfel încât împărțirea curentă a lumii în subiect și obiect, lume interioară și lume exterioară, corp și suflet nu se mai potrivește și creează dificultăți. Nici în științele naturii *obiectul cercetării nu mai este natura în sine, ci natura expusă poziției interogative umane*, omul întâlnindu-se și aici, din nou, pe sine însuși.

Epoca noastră are evident sarcina de a se resemna în fața acestei noi situații în toate sferile vieții; abia atunci când acest lucru va reuși, omul poate regăsi „siguranța în pornirile spiritului“, despre care vorbește filosoful chinez. Drumul spre această țintă va fi lung și istovitor, și nu știm ce popasuri ale suferinței ascunde. Dar dacă se caută semne despre cum va arăta acest drum în

continuare, fie permis să ne mai amintim încă o dată de exemplul științelor exacte ale naturii.

c) Noua noțiune de adevăr științific

În noua teorie a fizicii cuantice lumea s-a resemnat în fața situației descrise atunci când s-a reușit reprezentarea ei matematică, putându-se astfel spune pentru fiecare caz în parte, în mod clar și fără pericolul unor contradicții logice, cum va arăta rezultatul unui experiment. S-a ajuns deci la resemnare în fața noii situații în momentul în care neclaritățile au fost înlăturate. Oricum, formulele matematice nu mai ilustrează natura, ci cunoștințele noastre despre natură, renunțându-se în acest sens la maniera de descriere a naturii, familiară de secole, care cu puține decenii mai devreme ar fi fost considerată ca fiind scopul de la sine înțeles al tuturor științelor exacte ale naturii. Deocamdată se poate spune doar că resemnarea a avut loc în domeniul fizicii atomice moderne pentru că experiențele pot fi reprezentate corect. Când e vorba de interpretarea filosofică a teoriei cuantice, părerile diferă, ici-colo fiind auzită opinia că această nouă formă a descrierii naturii ar fi încă nesatisfăcătoare, deoarece n-ar corespunde idealului anterior al adevărului științific, ea trebuind să fie înțeleasă doar ca simptom al crizei epocii noastre și în nici un caz ca ceva definitiv.

Va fi util în acest context să lămurim *noțiunea de adevăr științific* în genere și să *întrebăm*, după criteriile acestuia, când o cunoaștere științifică poate fi numită consecventă și definitivă. Mai întâi un criteriu mai mult exterior: atât timp cât un domeniu al vieții spirituale se dezvoltă permanent și fără ruptură în interior, pentru omul particular care lucrează în acest domeniu apar întrebări particulare, bunăoară probleme meșteșugărești, a căror soluționare nu este desigur scop în sine, dar pare să prezinte o valoare în interesul marelui context, singurul important. Aceste probleme particulare sunt deja puse, ele nu trebuie să fie mai întâi căutate, iar prelucrarea lor este premisa pentru colaborarea în vederea marelui context. Astfel, de exemplu, sculptorii Evului Mediu au

făcut eforturi pentru a reda cât mai bine cutele de pe veșminte, iar soluționarea acestei probleme particulare a fost necesară pentru că și cutele de pe veșmintele sfinților se situau în marele context religios, la care se făcea de fapt referire. În științele moderne ale naturii s-au pus și se pun întrebări particulare într-o manieră asemănătoare, prelucrarea acestora constituind premisa pentru înțelegerea marelui context. Aceste întrebări s-au pus mereu de la sine chiar și în procesul de dezvoltare din ultimii cincizeci de ani, ele n-au trebuit să fie căutate, scopul fiind mereu același mare context al legilor naturii. Astfel, privind complet din afară, nu se constată nici un motiv pentru vreo ruptură în continuitatea științelor exacte ale naturii.

În ceea ce privește caracterul definitiv al rezultatelor trebuie amintit faptul că în domeniul științelor exacte ale naturii au existat pentru anumite domenii experimentale, strict delimitate, mereu soluții definitive. De exemplu, întrebările care se pot pune în legătură cu noțiunile mecanicii lui Newton și-au dobândit răspunsurile lor valabile pentru toate timpurile prin legile lui Newton, precum și prin concluziile matematice derivate din ele. Aceste soluții nu depășesc însă cadrul noțiunilor mecanicii newtoniene și al problematicii acesteia. De aceea teoria electricității, de exemplu, nu mai era accesibilă unei analize bazate pe aceste noțiuni. Astfel, în cadrul cercetării acestui nou domeniu experimental au rezultat din nou alte sisteme conceptuale cu ajutorul cărora au putut fi definitiv formulate matematic legile naturii teoriei electricității. Cuvântul „definitiv” în contextul științelor exacte ale naturii înseamnă, în mod evident, că există întotdeauna sisteme de noțiuni și legi, unitare și reprezentabile matematic, care se potrivesc la diverse domenii experimentale, fiind valabile în cadrul lor pretutindeni în cosmos și nefiind capabile de vreo schimbare sau îmbunătățire; și că nu e de așteptat ca aceste noțiuni și legi să fie adecvate pentru reprezentarea noilor domenii experimentale de mai târziu. Numai în acest sens restrâns deci, noțiunile și legile teoriei cuantice pot fi caracterizate drept

definitive, și doar în acest sens restrâns se poate întâmpla în genere ca cunoașterea științifică să se fixeze definitiv în limbajul matematic sau în oricare alt limbaj.

În mod asemănător, se admite și în unele filosofii ale dreptului că ar exista mereu ansamblul legilor care constituie sistemul juridic, dar că în genere, la un caz juridic nou, el trebuie căutat, că sistemul juridic stabilit scriptic cuprinde mereu doar domenii limitate, fără a putea avea întotdeauna caracter de obligativitate. Și științele exacte ale naturii pornesc de asemenea de la faptul că, în cele din urmă, chiar și în fiecare nou domeniu experimental va fi întotdeauna posibil să înțelegi natura; că nu e stabilit dinainte ce înseamnă cuvântul „a înțelege” și că această cunoaștere a naturii specifică epocilor trecute, fixată în formule matematice, este în fond „definitivă”, dar în nici un caz întotdeauna aplicabilă. Tocmai această stare de lucruri este cea care face imposibilă fundamentarea profesiunilor de credință, care trebuie să fie obligatorii pentru comportarea în viață, doar pe cunoașterea științifică; căci fundamentarea ar putea avea loc doar prin cunoașterea științifică fixată, iar aceasta este aplicabilă doar în domenii restrânse ale cunoașterii. Afirmatia care stă adeseori la începutul profesiunilor de credință apărute în timpul nostru, afirmație potrivit căreia în cazul lor n-ar fi vorba despre credință ci despre cunoștințe fundamentate științific, conține deci o contradicție interioară și se bazează pe autoînșelare.

Totuși această cunoaștere nu trebuie să ducă în mod eronat la subestimarea solidității temeiului pe care este ridicat edificiul științelor exacte ale naturii. Noțiunea de adevăr științific care stă la baza științelor naturii poate include tipuri extrem de diferite de înțelegere a naturii. Astfel, pe el se bazează, pe lângă științele naturii secolelor trecute, și fizica atomică modernă; de aici reiese faptul că ne putem resemna și în fața situației în care o obiectivare a procesului naturii nu mai este posibilă, și că putem face ca relația noastră cu natura să fie pe potrivă acestei situații.

Dacă se poate vorbi despre imaginea naturii din științele exacte ale naturii din vremea noastră, atunci nu mai este vorba propriu-zis despre o imagine a naturii, ci despre *o imagine a relațiilor noastre cu natura*. Vechea structurare a lumii într-o derulare obiectivă în spațiu și timp, pe de o parte, și sufletul în care se oglindește această derulare, pe de altă parte, deci diferențierea carteziană dintre *res cogitans* și *res extensa* nu se mai potrivește ca punct de plecare pentru înțelegerea științelor moderne ale naturii. În orizontul acestei științe se situează mai degrabă rețeaua de relații dintre om și natură, a corelațiilor prin care noi, ca ființe corporale, suntem elemente dependente ale naturii și prin care noi le transformăm totodată, ca oameni, în obiect al gândirii și acțiunii noastre. Științele naturii nu mai contemplă natura, ci se recunosc ca parte însăși a acestei interacțiuni dintre om și natură. Metoda științifică a selecționării, interpretării și clasificării devine conștientă de limitele care-i sunt impuse prin faptul că folosirea metodei modifică și restructurează obiectul, astfel încât metoda nu se mai poate distanța de obiect. *Imaginea lumii specifică științelor naturii încetează astfel de a mai fi una propriu-zis de tipul științelor naturii.*

d) Conștiința pericolului situației noastre

Prin clarificarea acestor paradoxuri într-un domeniu științific restrâns s-a câștigat, evident, foarte puțin pentru situația generală a timpului nostru, în care noi, pentru a repeta o simplificare utilizată mai sus, ne aflăm deodată față în față în primul rând cu noi înșine. Speranța ca răspândirea dominației materiale și spirituale a omului să fie întotdeauna un progres află în această situație o limită, chiar dacă pentru început nu foarte vizibilă, iar pericolele devin cu atât mai mari cu cât valul de optimism purtat de credința în progres izbește această stavilă. Poate că pericolul despre care este vorba aici mai poate fi clarificat printr-o altă imagine. Împreună cu răspândirea aparent nelimitată a dominației sale materiale, omenirea ajunge în situația unui căpitan a cărui navă este construită dintr-o cantitate atât de mare de oțel și fier încât acul magnetic al

busolei sale mai indică doar masa metalică a vaporului său și nu nordul. Cu un astfel de vapor nu se mai poate atinge nici o țintă, el va naviga doar în cerc, fiind la discreția vântului și a curenților. Dar pentru a aminti din nou de situația din fizica modernă: pericolul de fapt există doar atât timp cât căpitanul nu știe că această busolă a sa nu mai reacționează la forțele magnetice ale Pământului. Din momentul în care s-au clarificat lucrurile, pericolul poate fi considerat ca fiind deja pe jumătate înlăturat. Acel căpitan care nu dorește să navigheze în cerc, ci să atingă o țintă cunoscută sau necunoscută, va găsi căi și mijloace de a hotărî direcția vaporului său. El va utiliza tipuri noi, moderne de busole care nu reacționează la masa metalică a vaporului, sau se va orienta, ca în timpurile străvechi, după stele. Desigur că nu vom putea hotărî dacă stelele sunt vizibile sau nu; în plus, în vremea noastră acestea se văd poate doar arareori. Dar în orice caz, conștiința faptului că speranța în credința progresului va afla o limită include deja dorința de a nu naviga în cerc, ci de a atinge o țintă. În măsura în care se ajunge la o claritate privind această limită, ea poate fi considerată ca prim popas în funcție de care ne putem reorienta. Poate că din comparația cu științele moderne ale naturii se poate nutri speranța că aici ar putea fi vorba despre o limită pentru anumite forme de răspândire a domeniului de viață uman, nu însă de o limită pentru acest domeniu de viață în genere. Spațiul în care omul se dezvoltă ca ființă spirituală are mai multe dimensiuni decât cel în care s-a extins în ultimele secole. De aici ar rezulta că acceptarea conștientă a acestei limite va duce în intervale temporale mai lungi la o anumită stabilizare, în care cunoștințele și forțele creatoare ale omului se vor ordona din nou de la sine în jurul unui centru comun.

II. FIZICA ATOMICĂ ȘI LEGEA CAUZALITĂȚII

Între cele mai interesante efecte generale ale fizicii atomice moderne se numără modificările care s-au petrecut prin interferența acestora cu noțiunea de legitate a naturii. În ultimii ani s-a vorbit adeseori de faptul că fizica atomică modernă ar anula legea cauzei și efectului, sau ar scoate-o cel puțin parțial din uz, astfel încât nu s-ar mai putea vorbi propriu-zis de o determinare de tipul legității naturii a proceselor. De asemenea se spune uneori pur și simplu că principiul cauzalității n-ar fi compatibil cu teoria atomică. Numai că astfel de formulări rămân mereu neclare atâta timp cât noțiuni ca legitate și cauzalitate nu sunt suficient limpezi. De aceea aș dori în continuare să vorbesc pe scurt despre evoluția istorică a acestor noțiuni. Voi aprofunda apoi relațiile care s-au stabilit între fizica atomică și principiul cauzalității cu mult înainte de teoria cuantică. În continuare voi lămurii efectele teoriei cuantice și voi vorbi despre dezvoltarea fizicii atomice în ultimii ani. Privitor la această evoluție puține au ajuns să fie date publicității până în prezent, dar se pare că și din partea ei ne putem aștepta la feedback-uri în domeniul filosofiei.

1. Noțiunea de cauzalitate

Utilizarea noțiunii de cauzalitate în cadrul legii cauzei și efectului este încă relativ tânără din punct de vedere istoric. În filosofia mai timpurie cuvântul *causa* avea o semnificație mult mai largă ca acum. S-a vorbit, de exemplu în *scolastică*, pornind de la Aristotel, de patru forme ale „cauzei”. Acolo apare *causa formalis*, care s-ar numi astăzi structura sau conținutul spiritual al unui obiect; *causa materialis*, adică substanța din care se compune un obiect, *causa finalis*, scopul în care se creează un obiect, și în final *causa efficiens*. Numai *causa efficiens* corespunde oarecum celei pe care astăzi o numim cauză.

Modificarea noțiunii de *causa* în conceptul contemporan de cauză s-a petrecut de-a lungul secolelor, în strânsă legătură cu schimbarea întregii realități sesizate de oameni și cu apariția științelor naturii la începutul epocii moderne. În aceeași măsură în care procesul material câștiga în realitate, și cuvântul *causa* se referea la evenimentul material care premergea evenimentul ce era de explicat, generându-l oarecum. De aceea și la Kant, care în fond în multe locuri trage pur și simplu concluziile filosofice din dezvoltarea științelor naturii de la Newton încoace, cuvântul cauzalitate este formulat așa cum ne-am obișnuit din secolul al XIX-lea: „Atunci când aflăm că se întâmplă ceva, presupunem întotdeauna că există ceva care îl premerge, de unde conform unei reguli acest ceva urmează“. Astfel, treptat, principiul cauzalității a fost restrâns și a ajuns în final să fie echivalent cu așteptarea ca evenimentul în natură să fie determinat univoc, deci echivalent cu așteptarea ca exacta cunoaștere a naturii sau a unui anumit segment al acesteia să fie, cel puțin în principiu, suficientă pentru a determina în mod anticipat viitorul. Fizica newtoniană era astfel structurată, încât dintr-o stare a unui sistem într-un anumit moment se puteau face calcule privind mișcarea viitoare a sistemului. Intuiția că acest lucru se petrece în natură în general în acest mod a fost exprimată poate cel mai general și comprehensibil de către Laplace prin ficțiunea unui demon care la un anumit moment dat cunoaște poziția și mișcarea tuturor atomilor și care apoi ar trebui să fie capabil să prefigureze prin calcul tot viitorul lumii. Atunci când se interpretează cuvântul cauzalitate atât de îngust, se vorbește și despre „determinism“ cu referire la faptul că există legi stabile ale naturii care determină starea viitoare a unui sistem din cea prezentă.

2. Legitatea statistică

Fizica atomică a elaborat de la bun început reprezentări care de fapt nu se potrivesc cu această concepție. Ele n-o contrazic

fundamental, însă modul de gândire al teoriei atomice a trebuit să se diferențieze de la început de modul de gândire al determinismului. În teoria atomistă antică a lui Democrit și Leucip se presupune că procesele la scară mare iau naștere datorită faptului că au loc o sumedenie de procese neregulate la scară mică. Pentru faptul că acest lucru poate fi în fond așa există nenumărate exemple în viața cotidiană. Pentru un agricultor, bunăoară, este suficient să constate că un nor își varsă stropii și irigă pământul, și nu interesează pe nimeni cum anume exact au căzut stropii de apă. Sau un alt exemplu: știm exact ce se înțelege prin cuvântul granit, chiar dacă forma precum și compoziția chimică a micilor cristale individuale, raportul lor de amestecare și culoare nu sunt cunoscute cu precizie. Utilizăm deci mereu noțiuni care se referă la comportamentul la scară mare, fără a ne interesa de procesele individuale la scară mică.

Această idee a acțiunii statistice comune a unor mici evenimente particulare a fost deja în teoria atomistă antică temeiul interpretării lumii, ajungându-se prin generalizare la ideea că toate calitățile senzoriale ale substanțelor ar fi provocate indirect prin dispunerea și mișcarea atomilor. Deja la Democrit găsim propoziția: „Un lucru este doar aparent dulce sau amar, numai aparent are o culoare, în realitate există doar atomii și spațiul gol.“ Dacă procesele perceptibile senzorial sunt explicate în această manieră prin cooperarea unui număr foarte mare de procese particulare la scară mică, atunci e aproape obligatoriu să considerăm legitățile naturii ca fiind doar legități statistice. De fapt și legitățile statistice pot conduce la enunțuri al căror grad de probabilitate să fie atât de ridicat, încât să se apropie de certitudine. Dar, în principiu, pot exista mereu excepții. Noțiunea de legitate statistică este adeseori resimțită ca fiind contradictorie. Se spune, de exemplu, că ne putem imagina că procesele din natură ar fi determinate legic, sau că ele s-ar derula complet neregulat, dar nu ne putem imagina nimic prin legitate statistică. În schimb, trebuie amintit faptul că în viața cotidiană avem de-a face la fiecare pas cu legități statistice, care

devin baza activității noastre practice. Atunci când, de exemplu, un tehnician construiește o hidrocentrală, el ia în calcul o cantitate medie anuală de precipitații, deși nu poate avea habar de cât va ploua și când.

Legitățile statistice înseamnă, de obicei, că se cunoaște doar incomplet sistemul fizic respectiv. Cel mai cunoscut exemplu este jocul de zaruri. Deoarece nici o latură a zarului nu este avantajată față de alta și, deci, nu putem în nici un fel să prevedem pe ce parte va cădea, se poate presupune că dintr-un mare număr de aruncări tocmai a șasea parte arată cam 5 puncte.

Deja la începutul epocii moderne s-a încercat explicarea comportamentului substanțelor prin comportamentul statistic al atomilor acestora, nu numai calitativ ci și cantitativ. Robert Boyle a arătat că relațiile dintre presiune și volum într-o substanță gazoasă ar putea fi înțelese dacă se explică presiunea prin numărul mare de lovituri ale atomilor individuali pe peretele vasului. Într-un mod asemănător s-au explicat fenomenele termodinamice, presupunându-se că atomii se mișcă mai repede într-un corp cald decât într-unul rece. S-a reușit să i se dea acestui enunț o formă matematic-cantitativă, făcându-se astfel comprehensibile legile teoriei calorice.

Această utilizare a legităților statistice și-a dobândit forma definitivă în cea de-a doua jumătate a secolului trecut prin așa-numita *mecanică statistică*. În cadrul acestei teorii care, în ceea ce privește legile fundamentale, pornește pur și simplu de la mecanica newtoniană, s-au analizat consecințele apărute dintr-o cunoaștere incompletă a unui sistem mecanic complicat. Nu s-a renunțat în principiu la determinismul pur și s-a crezut că în particular evenimentul ar fi determinat complet după mecanica newtoniană. S-a adăugat însă ideea că proprietățile mecanice ale sistemului n-ar fi pe deplin cunoscute. Gibbs și Boltzmann au reușit să cuprindă în formule matematice în mod real tipul de cunoaștere incompletă, iar Gibbs în special a putut să arate că noțiunea de temperatură este strâns legată tocmai de caracterul incomplet al

cunoașterii. Dacă cunoaștem temperatura unui sistem, atunci acest lucru înseamnă că sistemul este unul dintr-un grup de sisteme cu drepturi egale. Acest grup de sisteme poate fi cu precizie descris matematic, nu însă și sistemul special despre care este vorba. Prin aceasta Gibbs făcuse un pas înainte, de fapt pe jumătate inconștient, pas care mai târziu a atras după sine cele mai importante consecințe. Gibbs a introdus pentru prima dată o noțiune fizică care poate fi aplicată asupra unui obiect din natură doar atunci când cunoașterea noastră a obiectului este incompletă. Dacă, de exemplu, mișcarea și poziția tuturor moleculelor într-o substanță gazoasă ar fi cunoscute, atunci n-ar mai avea nici un sens să vorbim despre temperatura substanței gazoase. Noțiunea de temperatură poate fi utilizată când sistemul este incomplet cunoscut și când se dorește tragerea unor concluzii statistice din această cunoaștere incompletă.

3. Caracterul statistic al teoriei cuantice

Deși de la descoperirile lui Gibbs și Boltzmann s-a admis că în acest fel putem obține cunoașterea incompletă a sistemului în formularea legilor fizicii, în principiu determinismul nu a fost abandonat până la descoperirea vestită a lui Max Planck, prin care a debutat teoria cuantică. În primă instanță, Planck găsisese în lucrarea sa despre teoria radiațiilor doar un element de neregularitate în fenomenele radiațiilor. El arătase că un atom care radiază nu-și eliberează energia continuu, ci în puseuri neregulate. Această emisie de energie neregulată în puseuri duce din nou, ca și toate reprezentările teoriei atomice, la presupunerea că emisia de radiații ar fi un fenomen statistic. Dar abia în decursul ultimelor două decenii și jumătate s-a constatat că *teoria cuantică ne obligă într-adevăr să formulăm legile tocmai ca legi statistice* și să abandonăm principial determinismul. Începând cu lucrările lui Einstein, Bohr și Sommerfeld, teoria lui Planck s-a dovedit a fi cheia cu care se poate deschide poarta către domeniul general al fizicii atomice. Cu ajutorul modelului atomului al lui Rutherford-Bohr s-au putut

explica procesele chimice, chimia, fizica și astrofizica contopindu-se de acum într-o unitate. Însă pentru formularea matematică a legilor teoriei cuantice a fost nevoie să se renunțe la determinismul pur. Deoarece nu pot vorbi aici despre aceste abordări matematice, doresc doar să indic diferite formulări în care a fost exprimată situația stranie în fața căreia fizicianul s-a văzut pus în fizica atomică. Pe de o parte, devierea de la fizica de mai înainte poate fi exprimată prin așa-numitele relații de indeterminare. S-a constatat că nu este posibil să stabilești concomitent locul și viteza unei particule atomice cu o exactitate oarecare. Se poate măsura cu mare precizie locul, dar atunci dispăre prin intervenția instrumentului de observație cunoașterea vitezei până la un anumit grad; invers, printr-o măsurare exactă a vitezei dispăre cunoașterea locului, astfel încât pentru produsul celor două inexactități se dă, prin constanta lui Planck, o limită inferioară. Oricum, această formulare arată că folosind noțiunile mecanicii newtoniene nu se poate ajunge mult mai departe, deoarece pentru calculul unei evoluții mecanice trebuie să cunoști simultan locul și viteza într-un moment temporal precis, dar tocmai acest lucru ar fi imposibil conform teoriei cuantice. O altă formulare a fost dată de Niels Bohr, care a introdus *noțiunea de complementaritate*. El vrea să spună cu aceasta că deși diverse imagini intuitive prin care descriem sistemele atomice sunt într-adevăr adecvate pentru anumite experimente, ele totuși se exclud reciproc. Astfel, atomul lui Bohr, de exemplu, poate fi descris ca un sistem planetar la scară mică: în centru un nucleu atomic și în afară electronii care înconjoară acest nucleu. Pentru alte experimente ar fi însă mai indicat să ne imaginăm că nucleul atomului este înconjurat de un sistem de unde statice, unde frecvența undelor este determinantă pentru radiația emisă de atom. În sfârșit, atomul poate fi privit și ca un obiect al chimiei, se pot calcula temperaturile sale de reacție la combinarea cu alți atomi, dar atunci nu se poate spune concomitent ceva despre mișcarea electronilor. Aceste imagini diferite sunt deci corecte atunci când le aplicăm la locul corect, dar se contrazic una pe alta; de aceea

ele sunt considerate ca fiind complementare una față de cealaltă. Indeterminarea, care se leagă de fiecare din aceste imagini și care este exprimată prin relația de indeterminare, este deci suficientă pentru a evita contradicțiile logice dintre diversele imagini. Din aceste sugestii, și fără să recurgem la matematica teoriei cuantice se înțelege că *o cunoaștere incompletă a unui sistem trebuie să fie o componentă esențială a oricărei formulări a teoriei cuantice*. Legile teoriei cuantice trebuie să aibă caracteristici statistice. Să dăm un exemplu: știm că un atom de radiu poate emite radiații alfa. Teoria cuantică poate indica cu ce probabilitate pe unitatea de timp particula alfa părăsește nucleul; dar momentul temporal precis nu-l poate prezice, acesta este în principiu nedeterminat. Nici nu se poate presupune, de exemplu, că mai târziu vor mai fi găsite noi legități, care ne vor permite să determinăm precis acest moment temporal; pentru că, dacă așa ar sta lucrurile, nu s-ar mai putea înțelege cum particula alfa mai poate fi percepută ca o undă care părăsește nucleul atomului; ea poate fi demonstrată experimental ca fiind una. Diferitele experimente care demonstrează atât natura ondulatorie, cât și cea de particulă a materiei atomice ne obligă prin paradoxul lor la formularea legităților statistice. În cazul proceselor la scară mare acest element statistic al fizicii atomice nu joacă în general nici un rol, pentru că din legile statistice, pentru procesul la scară mare, urmează o probabilitate atât de mare încât practic se poate spune că procesul ar fi determinat. Însă există mereu cazuri în care fenomenul la scară mare depinde de poziția unuia sau a câtorva atomi; atunci și procesul la scară mare poate fi prezis doar statistic. Aș dori să explic acest lucru pe un exemplu cunoscut, dar neplăcut, și anume bomba atomică. În cazul unei bombe convenționale, din greutatea substanței explozive și din compoziția sa chimică se poate calcula puterea exploziei. În cazul bombei atomice se poate indica o limită inferioară și una superioară pentru puterea exploziei, dar un calcul prealabil precis al acestei forțe este în principiu imposibil, deoarece depinde de comportamentul câtorva atomi în procesul de aprindere.

În manieră asemănătoare există probabil și în biologie procese – lucru asupra căruia Jordan a atras în mod special atenția – la care evoluțiile la scară mare sunt dirijate de procesele atomilor individuali; acest lucru pare a se manifesta în special la mutațiile genei în procesul de moștenire. Aceste două exemple ar trebui să lămurească consecințele practice ale caracterului statistic al teoriei cuantice; și această evoluție este încheiată de peste două decenii și nu se va putea presupune că în viitor, în acest punct, se va mai schimba ceva fundamental.

4. Istoria fizicii atomice mai recente

În anii din urmă, totuși, s-a adăugat la problematica cauzalității încă un nou punct de vedere, care, așa cum am relatat deja la început, provine din dezvoltarea cea mai recentă a fizicii atomice. Întrebările care se află acum în centrul interesului s-au formulat într-o succesiune logică din progresul lor din ultimii 200 ani; trebuie, de aceea, să mai revin o dată, pe scurt, la istoria fizicii atomice mai recente. La începuturile epocii moderne, noțiunea de atom se combinase cu cea a elementului chimic. O substanță de bază era caracterizată prin faptul că din punct de vedere chimic nu se mai putea divide. Fiecărui element îi aparține de aceea un anumit tip de atom. Un fragment din elementul carbon se compune din nenumărați atomi de carbon, un fragment al elementului fier, din nenumărați atomi de fier. Astfel exista constrângerea de a admite tot atâtea tipuri de atomi, câte elemente chimice există. Deoarece în final se cunoșteau 92 de elemente chimice diferite, trebuiau admise și 92 de tipuri de atomi. O astfel de configurare este însă complet nesatisfăcătoare din punctul de vedere al premiselor fundamentale ale teoriei atomice. Nu trebuiau atomii inițial, prin așezarea și mișcarea lor, să explice calitățile substanțelor? Această reprezentare are doar atunci o valoare explicativă reală, când toți atomii sunt identici sau când există doar foarte puține tipuri de atomi, deci atunci când atomii înșiși nu dețin nici

un fel de calități. Dacă suntem însă obligați să admitem 92 de tipuri diferite de atomi calitativ diferiți, atunci n-am câștigat prea mult vizavi de enunțul că există de fapt obiecte calitativ diferite. Admiterea a 92 de mici particule, fundamental diferite, a fost demult resimțită ca fiind nesatisfăcătoare și s-a bănuț că ar trebui să fie posibil să se ajungă de la aceste 92 de tipuri de atomi la un număr mai mic de (componente) particule elementare. S-a încercat, deci, de multă vreme să se perceapă atomii chimici, la rândul lor, ca fiind compuși din puține elemente. Cele mai vechi încercări de transformare a substanțelor chimice în altele au pornit mereu de la premisa că în ultimă instanță materia ar fi unitară. Într-adevăr, în ultimii 50 de ani, s-a dovedit că atomii chimici sunt compuși, și anume doar din trei elemente fundamentale pe care le numim protoni, neutroni și electroni. Nucleul atomului este format din protoni și neutroni, iar acest nucleu al atomului este orbitat de un număr de electroni. Astfel, de exemplu, nucleul atomului de carbon este compus din 6 protoni și 6 neutroni și el este orbitat la o distanță relativ mare de 6 electroni. În locul celor 92 de tipuri diferite de atomi au rămas prin dezvoltarea fizicii nucleare din anii treizeci, doar trei particule diferite din cele mai mici; deci teoria atomică a luat exact acea cale care-i era prescrisă prin premisele fundamentale. După ce s-a stabilit componența tuturor atomilor chimici din cele trei elemente fundamentale, trebuia să fie de asemenea posibil să transformi practic dintr-unul într-altul elementele chimice. Așa cum se știe, explicația fizicalistă a fost urmată curând de realizarea tehnică. De la *descoperirea fisiunii uraniului* de către Otto Hahn în anul 1938, precum și de la dezvoltarea tehnică care i-a urmat, transformările de elemente pot fi realizate și la scară mare.

Numai că în ultimele două decenii peisajul s-a complicat iarăși. Pe lângă cele trei elemente numite: proton, neutron și electron, deja în anii treizeci s-au mai descoperit și altele, iar în anii din urmă numărul acestor particule a crescut înfricoșător. Este vorba aici tot de particule elementare, care spre deosebire de cele trei particule elementare sunt instabile, deci capabile să existe doar

pentru puțin timp. Dintre aceste particule, pe care le numim mezonii, una are o durată de viață de aproximativ o milionime de secundă, alta trăiește doar a suta parte din acest timp, iar o a treia, fără sarcină electrică, chiar numai a suta miliardă parte dintr-o secundă. Până la această instabilitate însă, noile particule elementare se comportă foarte asemănător cu cele trei particule fundamentale, stabile ale materiei. În primul moment se creează impresia că vom fi din nou obligați să admitem un număr mare de particule elementare calitativ diferite, acest lucru nefiind în raport cu premisa fundamentală a fizicii atomice. În experiențele ultimilor ani s-a relevat însă faptul că particulele elementare se pot transforma în timpul ciocnirilor cu o mare descărcare de energie unele în altele. Atunci când două particule elementare cu mare energie cinetică se ciocnesc, în timpul ciocnirii se formează noi particule elementare, particulele inițiale și energia acestora transformându-se în materie nouă. Această stare de lucruri poate fi descrisă cel mai lesne când se spune că toate particulele se compun în esență din aceeași substanță, ele fiind doar diferite stări staționare ale uneia și aceleiași materii. Și cifra 3 a elementelor fundamentale se reduce încă o dată la cifra 1. *Există doar o singură materie unitară, dar ea poate exista în diferite stări staționare discrete.* Unele din aceste stări sunt stabile, acestea sunt protoni, neutroni și electroni, iar multe altele sunt instabile.

5. Teoria relativității și dizolvarea determinismului

Deși nu ne mai putem îndoi, pe baza rezultatelor experimentale ale anilor trecuți, că fizica atomică se va dezvolta în această direcție, până acum nu s-a reușit formularea matematică a legităților după care se formează particulele elementare. Tocmai aceasta este problema la care lucrează fizicienii din domeniul fizicii atomice în momentul de față, atât experimental, prin descoperirea unor noi particule și cercetarea proprietăților acestora, cât și teoretic,

prin eforturile de a unifica legic proprietățile particulelor elementare și de a le transcrie în formule matematice.

Legat de aceste eforturi au apărut dificultăți în ceea ce privește noțiunea de timp. Atunci când te ocupi de ciocnirile particulelor elementare cu energiile cele mai mari, trebuie să respecți structura spațiu-timp a teoriei speciale a relativității. În teoria cuantică a învelișului atomic această structură spațiu-timp nu joacă un rol deosebit, deoarece electronii învelișului atomic se mișcă relativ încet. Acum însă avem de-a face cu particule elementare care se deplasează aproape cu viteza luminii, particule al căror comportament poate fi descris așadar numai cu ajutorul teoriei relativității. Einstein a descoperit, acum 50 de ani, că structura spațiului și timpului nu este chiar atât de simplă cum ne-o imaginăm în viața cotidiană. Dacă numim trecute toate acele evenimente despre care, cel puțin în principiu, putem afla ceva, și ca viitoare toate acele evenimente asupra cărora, cel puțin în principiu, mai putem avea influență, atunci reprezentării noastre naturale îi corespunde credința că între aceste două grupuri de evenimente se situează doar un moment infinit de scurt, pe care-l putem numi moment temporal actual. Aceasta a fost și ideea pe care Newton a așezat-o la baza mecanicii sale. De la descoperirea lui Einstein în anul 1905 însă, se știe că între cele pe care tocmai le-am numit viitoare și cele pe care le-am numit trecute există un interval temporal finit, a cărui dilatare temporală este dependentă de distanța spațială dintre eveniment și observator. Domeniul prezentului nu este deci restrâns la un moment temporal infinit de scurt. Teoria relativității presupune că efectele nu se pot propaga în principiu cu o viteză mai mare decât viteza luminii. Această trăsătură a teoriei relativității duce acum, în legătură cu relațiile de indeterminare ale teoriei cuantice, la dificultăți. Conform teoriei relativității, efectele se pot extinde numai asupra domeniului spațio-temporal, care este strict delimitat prin așa-numitul con de lumină, adică prin punctele spațio-temporale care sunt ajunse de o undă luminoasă emisă de punctul activ. Acest domeniu spațio-temporal

este deci, și acest lucru trebuie subliniat special, strict delimitat. Pe de altă parte, în teoria cuantică s-a demonstrat faptul că o fixare strictă a locului, deci și o delimitare spațială strictă, are ca urmare o infinită indeterminare a vitezei și, prin aceasta, a impulsului și a energiei. Această stare de fapt acționează în așa fel încât în încercarea de a formula matematic interacțiunea particulelor elementare apar mereu valori infinite pentru energie și impuls, care zădărnicesc o formulare matematică satisfăcătoare. În ultimii ani s-au întreprins nenumărate cercetări privind aceste dificultăți. Dar nu s-a ajuns încă la o soluție satisfăcătoare. Ca singur sprijin pare a se oferi deocamdată presupunerea că în domenii spațio-temporale foarte mici, de ordinul de mărime al particulelor elementare, spațiul și timpul își pierd într-o manieră ciudată proprietățile, și anume astfel încât la durate foarte mici chiar și noțiunile de „mai curând“ sau „mai târziu“ nu mai pot fi definite corect. În structura spațio-temporală, evident, nu s-ar putea modifica în mare nimic, dar ar trebui să admitem posibilitatea că experimentele asupra proceselor din domeniile spațio-temporale foarte mici vor arăta că anumite procese se derulează aparent invers temporal față de cum ar corespunde succesiunii lor cauzale. În acest punct deci, cele mai noi dezvoltări ale fizicii atomice se leagă din nou de problema legii cauzalității. Întrebarea dacă aici vor apărea încă o dată noi paradoxuri, noi devieri de la legea cauzalității nu-și găsește răspuns în momentul de față. S-ar putea să mai apară, în încercarea de a formula matematic legile particulelor elementare, noi posibilități de ocolire a dificultăților enunțate. Dar acum nu mai este loc de nici o îndoială asupra faptului că dezvoltarea celei mai noi fizici atomice va interfera în acest punct, încă o dată, cu domeniul filosofic. Răspunsul definitiv la întrebările pe care tocmai le-am ridicat se va putea da abia atunci când se va fi reușit fixarea matematică a legilor naturii în domeniul particulelor elementare; când vom ști deci, de exemplu, de ce protonul este tocmai de 1836 de ori mai greu decât electronul.

Se vede de aici faptul că fizica atomică s-a îndepărtat tot mai mult de reprezentările determinismului. Acest lucru se vede mai întâi, încă de la începuturile teoriei atomice, în faptul că legile determinante pentru procesele la scară mare au fost percepute ca legi statistice. Pe atunci s-a menținut determinismul în principiu, în practică însă luându-se în considerare cunoașterea noastră incompletă a sistemelor fizice. Apoi, în prima jumătate a secolului nostru, în faptul că o cunoaștere incompletă a sistemelor atomice a fost recunoscută ca o componentă principială a teoriei. În sfârșit, în ultimii ani, în faptul că în cele mai mici spații și timpi noțiunea de succesiune temporală începe să devină problematică, deși încă nu putem spune cum se vor soluționa cândva enigmele.

III. DESPRE RAPORTUL DINTRE CULTURA UMANISTĂ, ȘTIINȚELE NATURII ȘI OCCIDENT

1. Motivele tradiționale ale apărării culturii umaniste

Se pune adeseori problema dacă nu cumva știința pe care ne-o însușim într-un gimnaziu nu este una mult prea teoretică și străină de lume, și dacă nu cumva în epoca noastră guvernată de tehnică și științele naturii o educație mai practică nu ne-ar putea pregăti mult mai adecvat pentru viață. Se ridică astfel întrebarea, deloc nouă, privind raportul culturii umaniste față de științele actuale ale naturii. Nu pot trata această întrebare într-o manieră fundamentală pentru că nu sunt pedagog și pentru că am meditat prea puțin asupra acestor probleme ale educației. Dar pot încerca să-mi aduc aminte de propriile experiențe, pentru că și eu am frecventat un gimnaziu, iar mai târziu am dedicat o mare parte a muncii mele științelor naturii.

Care sunt motivele mereu invocate de către reprezentanții ideii umaniste în favoarea limbilor vechi și a vechii istoriei? Pentru început s-a subliniat, pe bună dreptate, faptul că întreaga noastră viață culturală, activitatea noastră, gândirea și simțirea își trag rădăcinile din substanța spirituală a Occidentului, deci din esența spirituală care își are obârșia în Antichitate, la ale cărei începuturi există arta, poezia și filosofia greacă, și care apoi în creștinism, o dată cu întemeierea bisericii, a trăit marea cotitură, pentru ca apoi, la finele Evului Mediu, să perceapă lumea, în grandioasa unire dintre cucernicia creștină și libertatea spirituală a Antichității, ca lume a lui Dumnezeu, reconfigurând-o din temelie prin marile descoperiri geografice, prin științele naturii și prin tehnică. Deci în fiecare domeniu al vieții moderne ne vom lovi mereu, atunci

când vrem să ajungem la temeiul lucrurilor, fie sistematic, istoric sau filosofic, de structuri spirituale care au luat ființă în Antichitate sau în Creștinism. De aceea se poate pleda, în favoarea gimnaziilor umaniste, că este bine să cunoști aceste structuri, chiar dacă pentru viața practică ele nu vor fi uneori atât de necesare.

Apoi se va sublinia, bunăoară, faptul că întreaga forță a culturii noastre occidentale a provenit și provine încă pretutindeni de la legătura strânsă dintre atitudinea interogativă fundamentală și acțiunea practică. În ceea ce privește acțiunea practică, alte popoare și alte zone culturale au fost la fel de experimentate ca și grecii. Ceea ce însă a diferențiat din prima clipă gândirea greacă de gândirea altor popoare a fost capacitatea de a face dintr-o întrebare ceva principial și de a ajunge astfel la puncte de vedere care pot ordona mozaicul multicolor al experienței, făcându-l accesibil gândirii umane. Această uniune dintre atitudinea interogativă fundamentală și acțiunea practică a distins înainte de toate lumea greacă, care s-a mai aflat încă o dată în miezul istoriei noastre în zorii Occidentului în Renaștere, dând naștere științelor moderne ale naturii și tehnicii. Cine se ocupă de filosofia grecilor întâlnește pas cu pas această capacitate a atitudinii interogative principiale; astfel, citindu-i pe greci, se poate exersa în utilizarea celui mai puternic instrument pe care l-a creat gândirea occidentală. În acest sens se poate deci spune că și în gimnaziul umanist învățăm ceva foarte folositor.

În sfârșit, se mai spune, pe bună dreptate, un al treilea lucru, și anume că preocuparea omului pentru Antichitate ar produce un etalon valoric în care valorile spirituale sunt mai apreciate decât cele materiale. Pentru că mai ales la greci primatul spiritualului este vizibil nemijlocit în toate vestigiile pe care le-au lăsat. Evident, tocmai acesta este un punct în care oamenii vremurilor noastre ar putea argumenta că epoca noastră ar arăta tocmai faptul că totul depinde de puterea materială, de materii prime și industrie și că puterea materială este mai puternică decât puterea spirituală. Într-adevăr, nu s-ar adecva defel epocii noastre încercarea de a inocula

copiilor o supraapreciere a valorilor spirituale față de cele materiale.

Aici însă mă văd nevoit să-mi aduc aminte de o discuție pe care am purtat-o cu treizeci de ani în urmă în curtea clădirii Universității. În perioada aceea aveau loc la München lupte revoluționare, centrul orașului era încă ocupat de comuniști, iar eu, băiat de 17 ani, eram pe atunci repartizat, împreună cu alți colegi, unei trupe, ca personal auxiliar, trupă care-și avea cartierul peste drum de Universitate, la seminarul teologic. Motivul nu-mi mai este foarte limpede; probabil am resimțit aceste săptămâni de joacă de-a soldații ca o întrerupere binevenită a programului nostru școlar de la gimnaziul Max. Pe Ludwigstrasse se trăgea uneori cu arma, chiar dacă nu foarte intens. La prânz, luam masa la o bucătărie de campanie din curtea Universității. Într-una din dăți, am intrat în discuție cu un student de la teologie, iar întrebarea era dacă această luptă pentru München are vreun sens, unul dintre noi afirmând energic că prin mijloace spirituale, prin cuvântări și lucrări scrise nu s-ar putea decide chestiunile legate de putere, căci adevărata soluție definitivă dintre noi și ceilalți s-ar putea obține numai cu ajutorul forței.

Atunci studentul de la teologie ne-a răspuns că deja întrebarea: cine s-ar diferenția prin „noi“ și „ceilalți“, s-ar baza evident pe o decizie spirituală și că s-ar câștiga probabil foarte mult dacă această decizie s-ar lua cu mai multă rațiune decât de obicei. La asta n-am mai putut replica nimic. Atunci când săgeata părăsește arcul, ea își continuă drumul, fiind nevoie de o forță și mai mare pentru a o devia din drum; dar la început direcția ei este determinată doar de cel care țintește, iar fără o ființă rațională care țintește, ea n-ar putea să zboare deloc. Așadar, poate nu ar fi chiar atât de rău să convingem tineretul să nu subaprecieze prea mult valorile spirituale.

2. Descrierea matematică a naturii

Cred că am deviat totuși prea mult de la tema propriu-zisă și că va trebui să mă întorc la locul în care, în cadrul gimnaziului Maximilian din München, m-am întâlnit pentru prima dată cu științele naturii, deoarece vreau să vorbesc despre relația dintre științele naturii și cultura umanistă. Cei mai mulți băieți ajung în sfera științelor naturii începând să se joace cu aparate. Prin exemplul camarazilor sau prin cadouri de Crăciun, uneori chiar și prin lecțiile de la școală, se trezește dorința de a lucra cu mici mașinării și de a le construi. Acest lucru l-am făcut și eu, cât se poate de zelos în primii cinci ani de școală. Chiar și o astfel de activitate ar fi rămas doar un joc și nu m-ar fi condus către adevăratele științe ale naturii, dacă nu s-ar fi adăugat un alt eveniment. La școală ni se predau pe atunci bazele geometriei. La început mi s-a părut a fi o materie cât se poate de seacă: triumphiurile și dreptunghiurile incită mai puțin fantezia decât florile și poezia. Dar deodată, din cuvintele excelentului nostru profesor de matematică, Wolff, a apărut ideea că despre aceste configurații s-ar putea formula teoreme universale valabile, că anumite rezultate nu pot fi deduse numai din figuri, ci ar putea fi demonstrate și matematic.

Această idee, conform căreia matematica s-ar potrivi cumva cu construcțiile experienței noastre, mi s-a părut extraordinar de stranie și incitantă, și am pățit acel lucru care se întâmplă, în unele cazuri rare, cu bagajul de idei pe care ni le oferă școala: de obicei învățământul ne perindă prin fața ochilor diferitele peisaje ale lumii spirituale, fără a ne familiariza foarte mult cu ele. El le revelează, în funcție de talentul profesorului, punându-le într-o lumină mai mult sau mai puțin puternică, iar imaginile se păstrează mai mult sau mai puțin timp în amintirile noastre. Dar în unele cazuri de excepție, un obiect care a intrat astfel în atenția noastră începe brusc să strălucească în propria sa lumină, mai întâi doar estompat și neclar, apoi tot mai luminos, până ce în final lumina care vine de la acest obiect umple un spațiu tot mai mare în gândirea noastră,

se răsfrânge asupra altor obiecte, devenind în cele din urmă o parte importantă a propriei noastre vieți.

Așa mi s-a întâmplat atunci cu ideea că matematica se potrivește la obiectele experiențelor noastre; o idee care, așa cum am aflat-o în școală, a fost gândită deja de greci, de Pitagora și Euclid. Am încercat, mai întâi, incitat de orele cu domnul Wolff, aplicațiile matematicii, și am resimțit acest joc dintre matematică și observațiile nemijlocite ca fiind cel puțin la fel de amuzant ca orice alt joc. Mai târziu, sfera geometriei nu mi-a mai fost suficientă ca domeniu pentru jocul matematic, care-mi producea satisfacții mari. Am aflat din câteva cărți că în fizică s-ar putea urmări matematic și comportamentul aparatelor confecționate de mine, și am început să învăț matematica – din manuale mici și oarecum primitive – de care era nevoie pentru descrierea legilor fizicii, deci mai ales calculul integral și diferențial. Realizările epocii moderne, ale lui Newton și urmașilor săi, le-am resimțit ca o continuare nemijlocită a ceea ce năzuiseră matematicienii și filosofi greci, de fapt ca fiind unul și același lucru, și nu mi-ar fi trecut prin cap să consider științele naturii și tehnica epocii noastre ca fiind o lume fundamental diferită de filosofia lui Pitagora și Euclid.

În fond, în bucuria ce o resimțeam de pe urma descrierii naturii cu ajutorul matematicii, mă lovisem, fără a băga de seamă și în toată ignoranța mea de elev, de o trăsătură fundamentală a gândirii occidentale în genere, și anume de legătura, discutată mai sus, dintre atitudinea interogativă principială și acțiunea practică. Matematica este așadar limbajul în care se pot pune întrebări și găsi răspunsuri, dar întrebarea însăși vizează un procedeu din lumea materială practică; geometria, de exemplu, servea măsurării terenului arabil. Din cauza acestui lucru, interesul meu s-a oprit, pentru mai mulți ani, mai mult asupra matematicii decât asupra științelor naturii sau a aparatelor mele, și abia în cele două clase superioare, raportul s-a deplasat din ce în ce mai mult în favoarea fizicii, în mod ciudat printr-o întâlnire întâmplătoare cu un segment al fizicii moderne.

3. Atomii și cultura umanistă

Ne foloseam atunci de o carte de fizică destul de bună, în care, însă, cum lesne se poate înțelege, fizica modernă era tratată oarecum neglijent. Totuși, pe ultimele pagini ale manualului se puteau citi și unele lucruri despre atomi, și-mi amintesc limpede de o imagine în care se putea vedea un număr mai mare de atomi. Imaginea se pare că trebuia să redea starea unei materii gazoase la scară mică. Unii atomi erau legați în grupuri, fiind uniți prin cârlige și bucle, care probabil ar fi trebuit să reprezinte legăturile chimice. În afară de aceasta, în text se putea citi că după părerea filosofilor greci atomii ar fi cele mai mici elemente de construcție, indivizibile, ale materiei. Această imagine mi-a stârnit un puternic dezacord, fiind indignat că o asemenea prostie putea să apară într-un manual de fizică. Gândeam în felul următor: dacă atomii sunt niște configurații atât de grosiere ca aspect, precum vrea manualul să ne facă să credem, dacă au o formă atât de complicată, deținând chiar și cârlige și bucle, atunci nu e posibil ca ele să fie cele mai mici elemente constitutive indivizibile ale materiei.

În această critică am fost sprijinit de un prieten, cu care făcusem multe drumeții comune, în cadrul mișcărilor de tineret, și care se interesa într-o măsură mult mai mare de filosofie decât mine. Acest camarad, care citise câteva lucrări despre teoria atomistă a vechilor filosofi, dăduse și el odată de un manual al fizicii atomice moderne (cred că a fost vorba de cartea lui Sommerfeld „Atombau und Spektrallinien“ – „Structura atomilor și liniile spectrale“), unde găsisse desene sugestive ale atomilor. El a ajuns, de aici, la convingerea fermă că întreaga fizică atomică modernă trebuie să fie greșită, și a încercat să mă convingă și pe mine de acest lucru. Judecățile noastre, se pare, erau pe atunci mult mai prompte și mai sigure decât astăzi. Am fost nevoit să-i dau și aici dreptate prietenului meu, spunându-mi că imaginile plastice ale atomilor trebuiau neapărat să fie greșite; dar mi-am rezervat dreptul de a căuta greșelile din aceste desene.

Oricum, s-a păstrat dorința de a cunoaște mai îndeaproape fundamentele propriu-zise ale fizicii atomice; atunci, o altă întâmplare mi-a venit în ajutor. La momentul respectiv, tocmai începusem lectura unui dialog platonician. Dar cursurile erau neregulate. Am povestit deja că în perioada adolescenței noastre am făcut un timp de serviciu pe lângă o trupă care participa la luptele revoluționare din München și care era staționată vis-à-vis de Universitate, în seminarul teologic. Acolo n-aveam nici o treabă serioasă; dimpotrivă, pericolul lăncezelii era mult mai mare decât cel al suprasolicitării. La acest lucru se adaugă faptul că trebuia să fim la dispoziție și noaptea, trăind deci de pe o zi pe alta într-o mare neorânduire, fără nici un control din partea părinților sau profesorilor.

Era prin iulie 1919, o vară caldă, dimineața mai ales neavând obligația nici unui serviciu. Așa se făcea că adeseori, la puțin timp după răsăritul soarelui, mă retrăgeam pe acoperișul seminarului teologic, așezându-mă cu câte o carte pentru a mă încălzi la soare, sau mă așezam pe marginea streșinii pentru a observa cum începe viața pe Ludwigstrasse.

Într-o astfel de ocazie mi-a venit odată ideea de a-mi lua un volum de Platon cu mine, și în dorința de a citi altceva decât ceea ce ar fi urmat la lecție, am dat, cu cunoștințele mele relativ modeste de greacă, de dialogul *Timaios*, prin care am aflat pentru prima dată ceva dintr-o sursă primară despre filosofia atomistă greacă. Din lectura aceasta, ideile fundamentale ale teoriei atomiste mi-au devenit mult mai clare decât înainte. Credeam cel puțin că așa voi înțelege măcar pe jumătate motivele care au determinat pe filosofi greci să se gândească la cele mai mici elemente indivizibile ale materiei. Teza pe care o susține Platon în *Timaios*, cum că atomii ar fi structuri regulate, nu voia să-mi intre în cap, dar oricum mă liniștea faptul că n-aveau cârlige și bucle. În orice caz, s-a născut încă de pe atunci convingerea că nu prea te poți ocupa de fizica atomică modernă fără a cunoaște filosofia greacă a naturii, și mă gândeam că desenatorul acelei imagini despre atomi ar fi putut

liniștit să-l citească pe Platon cum se cuvine, înainte de a purcede la realizarea desenului său.

Astfel, din nou, fără să știu cum, am fost familiarizat cu una din marile idei ale filosofiei grecești a naturii, care întinde o punte între Antichitate și epoca modernă și care și-a desfășurat marea sa forță abia începând cu perioada Renașterii. Se obișnuiește să se numească materialism această direcție a filosofiei grecești, teoria atomistă a lui Leucip și Democrit. Aceasta este de fapt o denumire istorică, care poate fi și astăzi cu ușurință înțeleasă greșit, deoarece cuvântul materialism a căpătat, prin secolul al XIX-lea, o coloratură extrem de unilaterală, care nu se potrivește nicidecum cu dezvoltarea filosofiei grecești a naturii. Această interpretare greșită a vechii teorii atomiste poate fi evitată dacă ne aducem aminte că primul cercetător al epocii moderne care a preluat din nou teoria atomistă a fost în secolul al XVII-lea teologul și filosoful Gassendi (care n-a dorit desigur să combată învățăturile religiei creștine) și ne mai aducem aminte că pentru Democrit atomii erau literele prin care se înscriu evenimentele Universului, dar nu conținutul lor. Contrar acestui lucru, materialismul secolului al XIX-lea s-a dezvoltat din idei de altă factură, care sunt caracteristice pentru epoca modernă, avându-și rădăcinile în scindarea lumii, întreprinsă de la Descartes încoace, într-o realitate materială și una spirituală.

4. Științele naturii și cultura umanistă

Marea afluență a științelor naturii și a tehnicii, care cuprinde epoca noastră, provine deci din două izvoare care se situează în spațiul filosofiei antice, și chiar dacă, între timp, se mai revarsă și alte curente în această afluență, ajutând la mărirea debitului său fertil, totuși originea acestuia se resimte mereu destul de pregnant. Așa stând lucrurile, și științele naturii pot trage foloase din cultura umanistă. Desigur, oamenii, care sunt interesați într-o pregătire mai degrabă practică a tineretului, vor replica mereu că această cunoaștere a acelor temeuri spirituale nu a însemnat totuși prea

mult pentru viața practică. Pentru a face față vieții trebuie să dobândești, spun ei, abilitățile practice ale vieții moderne: limbi moderne, metode tehnice, talent în comerț și calcul. Cultura umanistă ar fi oarecum doar un giuvaer, un lux, pe care doar puțini și-l pot permite, cei cărora soarta le-a ușurat mai mult decât altora lupta vieții.

Poate că acest lucru este corect pentru mulți oameni care mai târziu exercită în viață o activitate pur practică și care nu vor să contribuie la configurarea spirituală a epocii noastre. Dar cel care nu vrea să se mulțumească cu atât, care în oricare materie, fie tehnica, fie medicina, vrea să pătrundă temeiul lucrurilor, se va lovi mai curând sau mai târziu de aceste izvoare ale Antichității; acesta va trage de aici multe foloase pentru activitatea proprie, dacă a învățat de la greci gândirea principială, atitudinea interogativă fundamentală. Cred că în opera lui Max Planck, de exemplu, se poate recunoaște limpede că gândirea lui a fost influențată și fertilizată de școala umanistă. Poate mi se mai permite să inserez aici încă o experiență proprie, care a avut loc la trei ani după terminarea școlii. Pe atunci eram student la Göttingen și discutam cu un coleg despre problema caracterului intuitiv al atomilor, problemă care mă neliniștise deja în timpul școlii și care rămăsese o enigmă nedelegată ce stătea în spatele fenomenelor pe atunci neexplicate ale spectroscopiei. Acest prieten a susținut imaginile intuitive și era de părere că ar trebui construit cu ajutorul tehnicii un microscop cu o rezoluție foarte mare, de exemplu unul care lucrează cu raze gama în loc de lumină naturală; atunci forma unui atom s-ar vedea în sfârșit, în acest caz rezervele mele privind imaginile plastice fiind definitiv spulberate.

Această remarcă m-a neliniștit profund. Mi-era teamă că prin acest microscop imaginat se vor vedea din nou cârlige și bucle; m-am văzut astfel obligat să meditez asupra contradicției aparente dintre această idee și reprezentările fundamentale ale filosofiei grecești. În această situație m-a ajutat extraordinar de mult pregătirea primită în școală referitor la gândirea fundamentală,

determinându-mă să nu mă declar mulțumit cu jumătăți de soluții aparente, și tot de mare folos mi-a fost și relativa cunoaștere a filosofiei grecești a naturii, pe care mi-o însușisem atunci.

Atunci când în epoca noastră se vorbește despre valoarea culturii umaniste, nu prea se mai poate replica că în fizica atomică modernă relația cu filosofia naturii ar fi un caz singular și că în științele naturii, în tehnică sau medicină nu prea mai avem tangență cu asemenea probleme fundamentale. Ar fi deja fals, pentru că multe discipline legate de științele naturii sunt, în ceea ce privește ideile fundamentale, strâns legate de fizica atomică, conducând în final la întrebări fundamentale asemănătoare cu cele din fizica atomică însăși. Edificiul chimiei se ridică pe fundamentul fizicii atomice, astronomia este strâns legată de aceasta și nu prea poate fi promovată fără fizica atomică, și chiar și în biologie se trasează deja căi către fizica atomică. Într-o măsură mult mai mare decât înainte au devenit vizibile, în ultimele decenii, legăturile dintre diferitele științe ale naturii. În multe locuri se recunosc semnele originii comune, iar originea comună este în cele din urmă gândirea antică.

5. Credința în menirea noastră

Aproape că am ajuns prin această constatare din nou acolo de unde am plecat. La începuturile culturii occidentale găsim legătura strânsă dintre atitudinea interogativă fundamentală și acțiunea practică, legătură făcută de greci. Pe această legătură se sprijină încă și astăzi întreaga vigoare a culturii noastre. Aproape toate progresele derivă încă și astăzi din ea, în acest sens o mărturisire de credință față de cultura umanistă fiind pur și simplu o mărturisire de credință față de Occident și față de vigoarea sa creatoare de cultură.

Mai avem, oare, dreptul la aceasta, după ce în ultimele decenii Occidentul a pierdut atât de îngrozitor din grandoare și prestigiu? Trebuie remarcat aici că nu este deloc vorba de „a avea dreptul“

sau nu, sau altele de genul acesta, ci de ceea ce *vrem*. Întreaga activitate a Occidentului nu se dezvoltă dintr-o judecată teoretică, pe baza căreia predecesorii noștri s-ar fi simțit îndreptățiți să acționeze; lucrurile au stat cu totul altfel. La început, în astfel de cazuri, a stat și stă mereu credința. Nu mă refer doar la credința creștină în contextul rațional, dat de Dumnezeu, al lumii, ci pur și simplu la credința în menirea noastră în această lume. Evident, a crede nu înseamnă a considera una sau alta drept adevărată, ci a crede înseamnă întotdeauna: pentru aceasta mă decid, pe aceasta îmi fundamentez existența mea! Atunci când Coulmb a pornit în prima sa călătorie spre Vest, el credea că Pământul este rotund și destul de mic pentru a-l înconjura. El nu credea că acest lucru este adevărat doar din punct de vedere teoretic, căci pe el și-a fundamentat existența. În istoria Europei, așa cum a relatat-o Freyer recent, în care vorbește despre aceste lucruri, a fost aplicată pe bună dreptate și în privința aceasta vechea formulă: „*Credo, ut intellegam*, cred pentru a înțelege“, iar Freyer a extins-o, în această aplicație, la marile descoperiri, introducând o verigă intermediară: „*Credo, ut agam; ago, ut intellegam*, cred pentru a acționa; acționez pentru a înțelege.“ Această formulă nu se referă doar la prima călătorie în jurul lumii, ea se referă și la întreaga știință a naturii specifică Occidentului, chiar la toată misiunea Occidentului. Ea cuprinde cultura umanistă și științele naturii. Dar nu are rost să fim prea modești: jumătatea lumii de astăzi, vestul, a dobândit o putere fără seamăn, prin faptul că a transpus în practică, într-o manieră necunoscută până acum, o idee a Occidentului, stăpânirea și exploatarea forțelor naturii prin știință. Cealaltă jumătate a lumii, estul, este ținut laolaltă prin încrederea în tezele științifice ale unui filosof și economist european. Nimeni nu știe ce va aduce viitorul și de ce forțe spirituale va fi guvernată lumea, dar numai așa putem începe, crezând în ceva și năzuind către ceva.

Dorim ca aici să înflorească din nou viață spirituală, dorim ca aici în Europa să se dezvolte în continuare ideile care conturează fața lumii. Ne fundamentăm existența pe faptul că în aceeași

măsură în care evocăm originile și regăsim calea spre o consonanță armonică a forțelor continentului nostru, în aceeași măsură și condițiile exterioare ale traiului european vor fi mai fericite decât în ultimii cincizeci de ani. Vrem ca tineretul nostru, în ciuda confuziei exterioare, să se dezvolte în aerul spiritual al Occidentului, pentru a ajunge la izvoarele de putere din care continentul nostru a trăit mai bine de două milenii. Cum se va petrece acest lucru în particular să nu fie prima noastră grijă! Faptul că ne declarăm de partea gimnaziului umanist sau de partea vreunui tip de școală nu este factorul determinant. Vrem în orice caz să ne declarăm, înainte de toate, în favoarea Occidentului.

SURSE ISTORICE

(adunate de Ernesto Grassi)

I. ÎNCEPUTURILE ȘTIINȚELOR MODERNE ALE NATURII

Scrierea de față încearcă să ilustreze în trăsături mari problematica în fața căreia se vede pus omul vremurilor noastre prin schimbarea imaginii despre lume a fizicii și a științelor naturii, și din perspectiva căreia corelațiile istorice dobândesc o semnificație deosebită. Cititorului i se oferă posibilitatea să parcurgă el însuși, cu ajutorul câtorva surse, această schimbare în concepția științelor naturii.

În alcătuirea acestui scurt manual, nu ne puteam gândi, după cum se înțelege, la o redare completă, chiar și numai aproximativă, a surselor, ci am căutat doar să relevăm câteva puncte de cotitură esențiale, care pot contribui la înțelegerea realizărilor premergătoare.

Johannes Kepler

(27.12.1571 -15.11.1630)

La finele secolului al XVI-lea și la începutul secolului al XVII-lea, științele naturii erau încă în mare măsură sub influența concepției medievale despre lume, care vedea în natură cu preponderență creația lui Dumnezeu.

„Trei lucruri au fost înainte de toate cele ale căror cauze, de ce sunt așa și nu altminteri, le-am cercetat fără odihnă, și anume numărul, mărimea și mișcarea traiectoriilor. Această îndrăzneală mi-a venit de la acea frumoasă armonie a lucrurilor imuabile, și anume a Soarelui, a planetelor și a spațiului interstelar cu Dumnezeu Tatăl, Fiul și Sfântul Duh“. Așa se spune în „Prolog către cititor“ din „Mysterium Cosmographicum“ a lui Johannes Kepler. Trebuie să citești în cartea naturii pentru a-L sărbători pe Dumnezeu. El s-a apropiat de teneiurile lumii urmărind ordinea și regula și a conferit omului, pe lângă simțuri, spiritul, pentru a fi în stare ca de la ființa lucrurilor pe care le vede cu ochii să pătrundă la cauzele ființei și devenirii acestora. Între capacitățile omului și realitatea creației există o concordanță deplină, care oglindește

armonia atotcuprinzătoare. „Cred că temeiurile pentru majoritatea lucrurilor din lume pot fi deduse din iubirea lui Dumnezeu pentru oameni. Desigur că nimeni nu va dori să tăgăduiască faptul că Dumnezeu, împodobind lăcașul lumii, s-a gândit neconținut la viitorii locuitori ai acesteia. Finalitatea lumii și a oricărei creații este omul (*Finis enim et mundi et omnis creationis homo est*). De aceea cred că Dumnezeu a considerat Pământul, menit să poarte și să hrănească adevărata replică a Lui, ca fiind demn să grăviteze atât de central printre planete, încât multe dintre acestea se găsesc atât în interiorul, cât și în exteriorul sferei traiectoriei sale.“ (*Mysterium Cosmographicum*, Cap. IV)

Dedicația primei ediții a lucrării „Mysterium Cosmographicum“

Iluștrilor, distinșilor, nobililor și preadrepților stăpâni, domnului Sigismund Friedrich, baron de Herberstein, Neuberg, Guttenhag, domnului Lankowitz, șambelan și stolnic ereditar de Carintia, consilier al Majestății Sale Imperiale și al alteței sale prințului moștenitor al Austriei, căpitan al provinciei Stiria

și

domnilor N.N, iluștrilor funcționari ai Stiriei, celor cinci bărbați de seamă, stăpânilor mei blânzi și binevoitori,

Salut și plecăciune.

Ceea ce am promis cu șapte luni în urmă, o operă care după mărturia învățaților este frumoasă și atrăgătoare și mult superioară calendarelor anuale, înfățișez în sfârșit înaltului dumneavoastră cerc; o operă care, deși mărunță ca volum și realizată cu un modest efort, tratează totuși un subiect cât se poate de minunat. Pentru că, dacă privim numai la vârsta acestuia, constatăm că deja acum 2000 de ani a fost abordat de Pitagora. Se dorește ceva nou, atunci fac cunoscut oamenilor, pretutindeni, pentru prima dată, acest subiect. Se dorește prețuire? Nimic nu-i mai mare și mai întins decât spațiul cosmic. Se cere demnitate? Nimic nu este mai splendid, nimic mai frumos decât templu Domnului, plin de lumină. Se dorește cunoașterea misteriosului? Nimic nu este sau n-a fost mai ascuns

în natură. *Numai printr-un singur lucru subiectul meu nu-i va satisface pe toți, pentru că utilitatea lui nu pătrunde vidul de gândire.* Este vorba aici de cartea naturii, atât de sărbătorită de scrierile sfinte. Sf. Paul le-o înfățișează păgânilor, pentru a-L contempla într-însa pe Domnul, precum soarele răsfrânt în apă sau în oglindă. De ce atunci noi, creștinii, să ne bucurăm mai puțin de această contemplare, când de fapt este menirea noastră să-L serbăm pe Domnul în felul adevărat, să-L preamărim și să-L admirăm? Evlavia noastră este cu atât mai profundă, cu cât cunoaștem mai bine creația și măreția Lui. Drept spun, câte imnuri pentru Creator, Dumnezeu adevărat, a cântat David, sluga dreaptă a lui Dumnezeu! Ideile necesare le-a extras din contemplarea admirativă a cerului. Cerurile propovăduiesc minunăția lui Dumnezeu, spune el. Eu voi vedea cerurile Tale, opera mâinilor tale, luna și stelele, pe care le-ai creat. Mare este Domnul nostru și mare este puterea Sa; el numără puzderia de stele și le spune tuturor pe nume. Într-un alt pasaj îi strigă cosmosului, plin de Sfântul Duh, plin de bucurie sfântă: „Lăudați pre Domnul, voi cerurilor, lăudați-L Soare și Lună, ș.a.m.d.“ Are cerul glas, au stelele grai? Îl pot lăuda pe Domnul precum oamenii? Da, noi spunem tocmai că ele însele îl laudă pe Dumnezeu, oferindu-i omului gânduri întru lauda lui Dumnezeu. Astfel în paginile ce vor urma dezlegăm cerului și naturii limba și lăsăm glasul acestora să răsună cu tărie; făcând astfel încât să nu ne acuze nimeni de efort zadarnic, nefolositor.

Nu vreau să vorbesc de faptul că obiectul meu este o mărturie importantă pentru adevărul creației, care a fost tăgăduită de filosofi. Pentru că noi observăm aici cum Dumnezeu, precum un arhitect uman, după reguli și ordine, s-a apropiat de temeiurile lumii, măsurându-le pe toate în așa fel încât ai putea să crezi că nu arta își ia natura drept exemplu, ci Dumnezeu însuși a privit în timpul creației la felul de a construi al viitorilor oameni.

Trebuie, oare, măsurată valoarea lucrurilor dumnezeiești cu monede ca un desert? Dar, rogu-te, mi se va spune, ce-i folosește

unei burți flămânde cunoașterea naturii, la ce bun întreaga astronomie? Oamenii raționali nu ascultă de incultura care strigă ca acele studii să fie abandonate. Pictorii sunt suportați pentru că încântă ochii, muzicienii pentru că încântă urechile, deși în rest nu ne aduc nici un folos. Da, plăcerea pe care o extragem din operele lor nu este considerată doar adecvată pentru om, ea îi face și cinste. Ce lipsă de cultură, ce prostie, să pizmuiești spiritul pentru o bucurie cinstită care i se datorează! Cel ce tăgăduiește această încântare, tăgăduiește natura! Pentru că Creatorul preabun, care a chemat natura din neant în ființă, n-a pregătit oare El fiecărei creaturi ceea ce-i este necesar și, în plus, podoabe și bucurie într-o bogăție preaplină? Ar fi trebuit să lase spiritul omului, stăpânul întregii creații, propria sa imagine, singur fără o plăcere însuflețitoare? Da, noi nu întrebăm ce folos așteaptă pasărea atunci când cântă, pentru că noi știm, cântatul este pentru ea o plăcere, fiind creată să cânte. De asemenea n-avem voie să întrebăm de ce spiritul uman cheltuiește atât efort pentru a cerceta tainele cerului. Creatorul nostru a adăugat simțurilor spiritul, nu doar pentru ca omul să-și câștige cele necesare traiului, acest lucru îl pot multe ființe mult mai bine cu sufletul lor nedibaci, ci și ca să pătrundem de la ființa lucrurilor, pe care le privim cu ochiul, la temeiurile ființării și devenirii lor, chiar dacă în rest nu se leagă nici un folos de acestea. Și așa cum celelalte ființe precum și trupul omului se mențin prin mâncare și băutură, astfel și sufletul omului, care este ceva cu totul diferit de întregul om, este menținut în viață prin acea hrană a cunoașterii, îmbogățit oarecum, promovat în creștere. Cel ce nu poartă în el năzuința spre aceste lucruri, seamănă mai mult cu un mort decât cu un viu. Așa cum natura se îngrijește ca celor vii să nu le lipsească niciodată hrana, așa putem spune pe bună dreptate că variațiunile în fenomenele naturii sunt atât de mari, comorile ascunse în casa cerului sunt de aceea atât de bogate pentru ca spiritului uman să nu i se epuizeze nicicând hrana proaspătă, ca să nu se plictisească de vechi și să-și găsească liniștea,

ci să-i rămână mereu deschis în această lume un atelier pentru exersarea spiritului său.

Acel ceva de care m-am servit în cartea mea de pe masa extraordinar de bogată a creatorului nu pierde cu nimic în valoare dacă nu place la gust marii majorități și este mai mult este repudiat de aceasta. Gâsca este ridicată în slăvi de mai mulți oameni decât fazanul; pentru că cea dintâi este cunoscută de toți, fazanul este mai rar, și totuși nici un gurmand nu va aprecia fazanul mai puțin decât gâsca. Astfel valoarea obiectului meu va fi cu atât mai mare cu cât găsește mai puțini oameni care s-o laude, cu condiția ca aceștia să fie cunoscători. Marii majorități și principilor nu le revin același lucruri; știința cerului nu oferă hrană tuturor fără diferențiere, ci doar spiritului care năzuiește spre înalt și asta nu din vina mea, pentru că eu doresc așa, nu în funcție de natura lucrului, nu pentru că Dumnezeu ar fi invidios, ci pentru că cei mai mulți oameni sunt proști și lași. În timpul mesei, principii permit intercalarea câte unei bunătați deosebit de alese, pe care-o gustă abia când sunt sătui, pentru a izgoni plictisul. Astfel cel mai nobil și înțelept om va găsi abia atunci deliciul acestor cercetări sau al altora asemănătoare când își părăsește coliba, când perindând prin sate, orașe, întinderi și imperii își va ridica privirea către marele imperiu al întregului Pământ, pentru a cunoaște totul în amănunțime. Dacă nu va găsi niciunde, pentru că totul este opera omului, ceva ce l-ar putea înălța, care ar avea permanență, ceva ce i-ar putea ostoi foamea și setea, atunci va porni la drum pentru a găsi ceva mai bun, atunci se va ridica de pe acest Pământ către cer, va cufunda spiritul epuizat de necazuri sterpe în acea mare liniște, spunând:

Fericit acel spirit a cărui grijă a fost să cerceteze toate acestea, Care, primul, s-a înălțat în înaltul ceresc. (*Lucrețiu*)

El va începe să disprețuiască cele ce i se păruseră cândva însemnate, de acum va aprecia la adevărata valoare mai ales aceste creații din mâna lui Dumnezeu, ajungând prin contemplarea lor, în sfârșit la deliciul unei plăceri curate, nedisimulate. Chiar dacă

o astfel de năzuință va fi încă și mai mult, și mai temeinic disprețuită, chiar dacă oamenii își vor căuta unde vor dori fericirea, bogăția și comorile, astronomilor le este de ajuns acea faimă că și-au scris operele pentru înțelepți, nu pentru gălăgioși, pentru împărați, nu pentru ciobani. Eu vestesc, fără ezitare, că vor mai fi oameni care, la bătrânețe, vor trage de aici mângâiere, anume oameni care își exercită în așa fel activitatea publică, încât mai apoi sunt în stare, fără remușcări, să guste acele delicii.

Da, v am mai apărea odată un Carol, care nu v areuși ca stăpânitor al Europei să găsească acel lucru pe care-l caută, frânt de obligațiile stăpânirii în celula strâmtă de la S.Yuste, căruia dintre toate sărbătorile, titlurile, triumfurile, bogățiile, orașele, împărățiile, sfera planetară turianică, sau cea realizată după Pitagora sau Copernic, îi produce o atât de mare plăcere, încât dă întreaga lume pentru aceasta, guvernând mai cu drag orbitele celeste cu instrumentul de măsurare decât popoarele cu sceptrul...

Scrisă la 15 mai, dată la care se împlinește un an de când am început treaba.

Al Luminăției Dumneavoastră preaplec
M. Johannes Keplerus din Württemberg
Matematician la școala Domniei Voastre din

Graz.

(J. Kepler, *Mysterium cosmographicum*, în germ.: *Das Weltgeheimnis*, trad. și cu o introducere de Max Caspar, Augsburg 1923.)

Kepler nu consideră doar natura ca fiind creația lui Dumnezeu, el consideră chiar că e lipsit de sens să chestionezi lumea materială fără a-L include și pe Dumnezeu. Prin mijlocirea cantității, natura este percepută de spiritul omului și recunoscută astfel în esența ei spirituală. Într-o scrisoare către Herwart von Hohenburg din 14 sept. 1599 se spune: „Nu fiecare presimțire este greșită. Pentru că omul este o oglindire a lui Dumnezeu și este foarte posibil că în anumite lucruri, care reprezintă giuvaerul lumii, să aibă aceeași opinie ca și Dumnezeu. Pentru că lumea are parte de cantitate, și spiritul omului (ceva supralumesc în lume) nu

percepe nimic mai bine decât *tocmai cantitățile*, pentru a căror cunoaștere se pare că a fost creat.“

În cel de-al doilea capitol al lui „*Mysterium cosmographicum*“, pe care-l reproducem aici, se relevă că acel corporal este comprehensibil prin elementul cantitativ; astfel cantitativul formează punctul de plecare al unei determinări conceptuale, prin care creația Domnului îi devine accesibilă omului. De aceea Kepler se străduie să deducă efecte, care sunt constatate *a posteriori* prin experiențe („ca un orb care în mers se sprijină pe baston“), din temeuri care provin *a priori* din cauze.

Schițarea demonstrației mele principale

Pentru a ajunge acum la obiectul meu și a întări teoriile lui Copernic, tocmai prezentate, despre lumea nouă printr-o nouă demonstrație, vreau să reiau întreaga chestiune pe scurt, de la bun început.

Corpul a fost ceea ce Dumnezeu a creat de la început. Dacă avem această noțiune, atunci ne va fi destul de limpede de ce Dumnezeu a creat la început corpul și nu altceva. Eu spun: cantitatea era la îndemâna lui Dumnezeu; pentru a o realiza erau necesare toate cele ce țin de esența corpului, pentru ca astfel cantitatea corpului, în măsura în care este corp, să fie oarecum formă și să devină punctul de plecare al determinării conceptuale. Ca această cantitate să capete, înainte de toate celelalte, ființă, Dumnezeu a vrut-o pentru a putea avea loc o comparare între curbiliniu și rectiliniu¹. Tocmai din acest motiv Cusanus și ceilalți mi se par divini, apreciind și îndrăznind la un nivel atât de înalt raportul dintre curbiliniu și rectiliniu, dându-i lui Dumnezeu natura curbilinie, iar lucrurilor create natura rectilie. De aceea, cei care caută să perceapă creatorul prin ființele create, Dumnezeu prin om, ideile divine prin ideile umane, nu depun o muncă mai utilă decât cei care caută să rezolve curbiliniul prin rectiliniu, sau cercul prin pătrat.

¹ *Curb* este aici echivalent cu „în formă de elipsă” sau „în formă de cerc” (nota ed.)

Dar de ce Dumnezeu și-a propus, împodobind lumea, diferențele dintre curbiliniu și rectiliniu și sensul nobil al curbiliniului? De ce? Ei, tocmai pentru că arhitectul perfect trebuia necesarmente să creeze o operă de o frumusețe desăvârșită. Pentru că n-a fost și nu este niciodată posibil (cum spune Cicero citând dialogul *Timaos* al lui Platon în cartea sa „Despre univers”) ca cel care este Binele suprem să creeze altceva decât frumusețea desăvârșită. Faptul că el, Creatorul, a gândit ideea lumii în spirit (vorbim în felul oamenilor, pentru ca noi, oamenii, să înțelegem), ideea având drept conținut ceva deja existent și, după cum spuneam, ceva desăvârșit, pentru ca forma operei ce va fi creată să devină de asemenea desăvârșită, arată că Dumnezeu n-a putut luat – după aceste legi pe care Dumnezeu, în bunătatea sa, și le atribuie singur – ideea întemeierii lumii din nici un alt lucru decât din ființa sa proprie. Cât de minunate și divine sunt toate acestea poate fi observat din două puncte de vedere, pe de o parte în sine, în măsura în care Dumnezeu este unul în ființă și trinitate în persoană, în al doilea rând prin comparația cu ființele create.

Dumnezeu a vrut să imprime lumii această imagine, această idee. Pentru ca lumea să devină cea mai bună și cea mai frumoasă, pentru ca ea să poată prelua acea idee, Creatorul, în înțelepciunea sa supremă, a creat mărimea și și-a imaginat cantitățile, ale căror întreagă esență este decisă în diferențierea celor două noțiuni ale rectiliniului și curbiliniului; iar tocmai în maniera dublă mai sus amintită, natura curbilinie va trebui să ni-L evoce pe Dumnezeu. Nici nu trebuie să se creadă că o astfel de diferențiere în scopul simbolizării lui Dumnezeu s-ar fi ivit așa de niciunde, ca și cum Dumnezeu nu s-a gândit deloc la acestea, ci a creat mărimea sub forma corpurilor din alte motive și dintr-un alt considerent, rezultând oarecum de la sine, oarecum întâmplător, această comparație între rectiliniu și curbiliniu precum și asemănarea acestuia cu Dumnezeu.

E mai probabil însă că Dumnezeu a ales chiar la început, după judecata sa clară, curbiliniul și rectiliniul, cu scopul de a marca în

lume divinitatea Creatorului; pentru a face cu putință existența celor două, existau la îndemână cantitățile, iar pentru a sesiza cantitatea, El a creat înainte de toate celelalte corpurile.

Să observăm acum felul în care Creatorul suprem a utilizat aceste cantități la construcția lumii și ce anume s-a dovedit ca fiind probabil, după cugetările noastre, în întreprinderea sa. Acest lucru vrem să-l căutăm în ipotezele vechi și noi, oferindu-i laurii aceluia la care găsim ceea ce căutăm.

Faptul că întreaga lume este înconjurată de o formă sferică a explicat-o cu toată claritatea Aristotel (în cartea a 2-a „Despre cer“), sprijinindu-și demonstrația printre altele pe semnificația excepțională a suprafeței sferice. Din aceleași motive sfera exterioară a planetelor fixe își păstrează această formă, chiar dacă nici ei nu i se atribuie capacitatea de mișcare; ea poartă soarele în centrul ei precum în interiorul unui pântec. Faptul că celelalte orbite sunt rotunde reiese din mișcarea circulară a stelelor. Nu mai e nevoie de nici o altă demonstrație pentru a dovedi că curbiliniul și-a găsit utilizarea la împodobirea lumii. Însă, în timp ce observăm trei tipuri de cantități în lume, și anume forma, numărul și conținutul corpurilor, curbiliniul îl găsim doar în formă. Conținutul nu contează pentru că o configurație care este înscrisă în alta asemănătoare din același punct central (de exemplu sfera în sferă, cercul în cerc), ori se atinge peste tot, ori nu se atinge nicăieri. Deoarece reprezintă o cantitate unică, sfericul însuși poate fi pus doar în categoria trinității. Deci dacă Dumnezeu, în timpul creației, ar fi ținut cont numai de curbiliniu, atunci în edificiul lumii noastre n-ar exista nimic altceva decât soarele în centru, imaginea Tatălui, sfera stelelor fixe sau apa din relatarea iudaică, imaginea fiului și eterul cerului atotcuprinzător, adică dilatarea și acel firmament, imaginea Sf. Duh. Deoarece stelele fixe sunt prezente în cantități nenumărate, planetele într-un număr foarte precis, iar dimensiunile traiectoriilor cerești sunt diferite, suntem necesarmente obligați să căutăm cauzele tuturor acestora în noțiunea de rectiliniu. Ar trebui să admitem atunci că Dumnezeu ar fi procedat cu lumea la

întâmplare, în timp ce planurile cele mai bune și mai raționale sunt disponibile, dar nimeni n-o să mă convingă să cred acest lucru nici măcar în cazul stelelor fixe, a căror poziție ni se pare cea mai neregulată, creată ca prin harzardul cu care se așează semințele după ce sunt aruncate la întâmplare.

Să trecem deci la cantitățile rectilinii. Așa cum mai înainte am ales sfera pentru că este cantitatea perfectă, să trecem acum printr-un salt la corpuri, pentru că acestea sunt cele mai desărvășite dintre cantitățile rectilinii și pentru că sunt formate din trei dimensiuni. Faptul că ideea lumii este desăvârșită este limpede. Doarece sunt infinite ca număr și complet ineficiente să constituie o ordine, excludem liniile și suprafețele rectilinii din lumea finită, superior ordonată și desăvârșită în frumusețea ei. Vrem să trecem în revistă corpurile, care sunt de infinite feluri, selectând unele dintre ele pe baza anumitor caracteristici; mă gândesc la cele care au reciproc asemenea laturi sau unghiuri sau arii laterale, individual sau câte două, sau în funcție de vreo legitate, astfel încât să poți ajunge, având un bun temei, la ceva finit. Acum, dacă o serie de corpuri care este definită de anumite condiții se compune dintr-un număr finit de tipuri, scindându-se însă într-o varietate imensă de corpuri individuale, atunci vom utiliza, pe cât posibil, unghiurile și centrele ariilor laterale ale acestor corpuri pentru ilustrarea varietății, dimensiunii și poziției stelelor fixe. Dacă acest lucru depășește însă puterile unui om, vom lăsa pentru mai târziu determinarea numărului și poziției stelelor fixe, până când cineva ni le va indica fără excepție în funcție de număr și de mărime. Să lăsăm deci stelele fixe preaînțeleptului arhitect, care e singurul care cunoaște numărul stelelor și le numește pe fiecare pe nume, și să întoarcem privirea către planetele mai apropiate, aflate în mișcare, care apar în număr mai mic.

Dacă, în sfârșit, facem o selecție printre corpuri, lăsând la o parte toate cele neregulate, păstrând doar pe cele ale căror arii laterale sunt în totalitate asemenea și cu unghiuri asemenea, ne rămân acele cinci corpuri regulate, cărora grecii le-au dat

următoarele nume: zarul sau hexaedrul, piramida sau tetraedrul, dodecaedrul, icosaedrul și octoedrul. Că nu pot exista altele în afara acestora cinci, vezi Euclid, cartea XIII, notele după teorema 18.

Pentru că numărul acestor corpuri este bine determinat și foarte mic, iar tipurile celorlalte rămase sunt însă nenumărate sau infinite, trebuia să apară și în lume două feluri de stele, care se diferențiază printr-o caracteristică evidentă (așa cum este repaosul și mișcarea); primul fel trebuie să se apropie de infinit, ca și numărul stelelor fixe, cealaltă trebuie să fie strict delimitată, ca și numărul planetelor. Nu e locul aici să explicăm cauzele pentru care acestea se mișcă și celelalte nu. Dar admitând că stelele fixe au nevoie de mișcare, se deduce că pentru a o obține ele au trebuit să primească orbite circulare.

Ajungem deci la orbite circulare prin mișcare și la corpuri prin număr și mărime. Ce ne mai rămâne altceva decât să spunem împreună cu Platon că *Dumnezeu face mereu geometrie* și că atunci când a creat planetele el a înscris corpurile în cercuri și cercurile în corpuri, până când nici un corp nu mai era neînzestrat în interior și în exterior cu cercuri mișcătoare. Din teoremele 13,14,15,16,17 ale cărții a XIII a lui Euclid, se poate vedea în ce măsură aceste corpuri sunt indicate de la natură pentru acest proces al înscrierii și circumscrierii. După ce aceste cinci corpuri sunt îmbinate, adăugând atât între ele, cât și în exteriorul lor cercuri spre încheiere, obținem tocmai numărul de șase cercuri.

Dacă vreo epocă a explicat ordinea lumii pe temeiul admiterii de șase orbite mișcătoare în jurul soarelui staționar, acest lucru l-a lăsat moștenire în orice caz adevărata astronomie. *Dar la Copernic găsim tocmai șase orbite de acest fel, care se află câte două în asemenea raporturi unele față de celelalte, încât cele cinci corpuri se interpun perfect; aceasta este esența expunerilor ce urmează.* De aceea trebuie să-l ascultăm pe Copernic, până în momentul în care cineva va emite ipoteze care se acordă și mai bine cu constatările noastre filosofice, sau până când cineva ne va învăța

că ceea ce s-a aflat prin cea mai bună deducție direct din principiile naturii s-ar putea strecura pe nesimțite atât în cifre, cât și în spiritul omenesc. *Căci ce ar putea fi mai demn de admirat, ce s-ar putea imagina cu mai mare putere de convingere decât faptul că ceea ce Copernic a constatat și ordonat pornind de la fenomene, de la efecte, a posteriori, ca un orb ce se folosește de baston (cum îi plăcea să-i spună lui Rhäetikus), mai mult printr-o idee fericită decât printr-un procedeu concluziv de încredere, că tot ce e dedus, spuneam eu, prin temeieri, a priori, din cauze, din ideea creației este sesizat și stabilit la modul cel mai sigur?*"

(J.Kepler, *Mysterium cosmographicum*, citat mai sus din cap.II, p. 45-49)

Două sunt lucrurile care-i sar în ochi cititorului de astăzi, care leagă anumite reprezentări de științele moderne ale naturii:

1. Științele naturii nu sunt pentru Kepler *absolut deloc mijloacele care servesc folosului material al omului, care-i facilitează tehnica* cu ajutorul căreia se poate aranja mai bine în lumea imperfectă și care-i deschide calea progresului. Științele naturii îi sunt, dimpotrivă, un mijloc pentru preamărirea spiritului, o cale de a găsi liniște și mângâiere în contemplarea perfecțiunii veșnice a creației.

2. În strânsă legătură cu acestea se află *disprețuirea uluitoare a empiricului*. Experiența reprezintă doar descoperirea întâmplătoare a corelațiilor, care pe baza înțelegerii motivelor apriorice pot fi percepute mult mai sigur. Concordanța perfectă dintre ordinea „lucrurilor spiritului“, creațiile lui Dumnezeu, și legile matematice și inteligibile, „ideile“ lui Dumnezeu, devine ideea fundamentală a lucrării „*Harmonices mundi*“. *Motivele platonice și neoplatonice îl conduc pe Kepler la concepția că citirea operelor lui Dumnezeu, a naturii n-ar fi altceva decât recunoașterea raportului pe care îl au cantitățile cu figurile geometrice*. „Geometria, veșnică ca și Dumnezeu, izbucnind luminos din spiritul divin, i-a furnizat lui Dumnezeu imaginile pentru configurarea lumii, pentru ca aceasta să devină cea mai bună și frumoasă, cea mai asemănătoare cu creatorul.“ (*Harmonices mundi*, în lb.germ. Weltharmonik, trad. și introd. M. Caspar, München-Berlin 1939.)

Opere: Kepleri opera omnia, ed. Chr. Frisch, 8 vol. (1858 – 1871); J.K., *Gesammelte Werke*, ed. W. v. V. Dyck și M. Caspar (vol. 1, 1937); *Mysterium Cosmographicum* (1956); *Das Weltgeheimnis*, germ. M. Caspar, 1923; *Ad Vitellionem paralipomena* (1604); *Zusätze zur Optik des Witelo*, excerpte germ. F. Plehn, Ostwalds Klassiker der Naturwiss., nr. 198; *Astronomia nova* (1609) – *Neue Astronomie*, germ. M. Caspar, 1929; *Dissertatio cum nuncio sidereo* (1610), germ. O. Bryk în „Johann K. Zusammenklänge der Welten“, (1918); *Dioptrice* (1611), germ. F. Plehn, Ostwalds Klassiker nr. 144; *Harmonices mundi* (1619); *Weltharmonik*, germ. M. Caspar, 1939; *Epitome Astronomiae Copernicanae* (Abriß der kopernikanischen Astronomie) (Cartea 1-3: 1618, 4: 1620); *J. K. in s. Briefen*, ed. M. Caspar și W. v. Dyck. Vol.1 și 2, München 1930.

Scieri despre J. K.: M. Caspar, *Bibliographia Kepleriana*, 1936; K. Stöckl, *Kepler-Zeitschrift*, 1, 1930; M. Caspar, *J. K.* ediția a doua 1950; idem, *J. K.'s wissenschaftliche u. philos. Stellung*, 1935; idem, *Kopernikus u. K.* 1943; idem, în „Das Deutsche in d. dt. Philos.“ 1941; E. F. Apelt, *J. K.'s astronomische Weltansicht* 1849; L. Günther, *K. u. die Theologie*, 1905; H. Zaiser, *K. als Philosoph*, 1932; K. Hildebrandt, *Kopernikus u. K.*, 1944.

Galileo Galilei

(15.2.1564-8.1.1642)

Galilei a trăit de fapt în aceeași perioadă cu Kepler, dar prin operele sale respiră un cu totul alt aer. Aici simțim nemijlocit începuturile gândirii moderne ale științelor naturii.

Dacă omul de știință se adâncește în contemplarea anumitor fenomene ale naturii, el recunoaște că *fenomene particulare ale naturii pot fi desprinse din contextul întregului, pot fi cunoscute și determinate matematic*. În științele naturii, ale cărei deducții sunt necesare și general valabile, arbitrarul uman nu-și are locul. Așa se spune în „Dialogo dei massimi sistemi“ (vol. I, pg. 288, Florența 1824): natura nu creează mai întâi spiritele umane și apoi lucrurile, pentru ca acestea să se adapteze la cele dintâi, ci invers. *Fiecărei discuții îi premerge observația, experiența*: organele senzoriale, ca unelte, dețin prioritatea. De aici reiese că putem recunoaște natura numai în limitele anumitor secțiuni. Oamenii care nu se simt apti pentru o astfel de modestie a observației și descrierii

în cadrul unor limite impuse sunt condamnați să nu cunoască absolut nimic.

Experiența trebuie să confirme proprietățile corpurilor, pentru ca definiția și fenomenul să se acopere. Într-o scrisoare către Carcarille din 5 iunie 1673 (vol. VII, p.156) se spune: „Dacă experiența ne arată așadar că astfel de proprietăți, ca cele pe care le-am dedus, își găsesc confirmarea în căderea liberă a corpurilor naturale, atunci putem afirma, fără pericolul erorii, că mișcarea gravitațională concretă este identică cu cea pe care am definit-o și presupus-o: dacă nu așa se întâmplă, atunci demonstrațiile noastre, deoarece vor trebui să fie valabile numai pentru premisa noastră, nu-și pierd cu nimic din forța și deductibilitatea lor, oricât ar afecta legile lui Arhimede despre spirală, pentru că în natură nu există nici un corp căruia să-i revină o mișcare în spirală.”

Aici este exprimat un principiu fundamental al gândirii științifice în domeniul științelor naturii, cu o claritate și conciziune uluitoare: principiul fundamental care stabilește *relațiile reciproce dintre ipoteză și experiență*. Spiritul uman creează premise pentru observarea naturii, care în sine trebuie să fie matematice, logic deductibile. Pentru aceste premise sunt valabile demonstrațiile matematice. Prin deductibilitatea acestora nu s-a spus încă nimic despre existența reală a unor astfel de relații în natură, așa cum sunt ele gândite în premise. *Abia atunci când premisele sunt utilizate ca ipoteze în experiența empirică și confirmate acolo, ele dobândesc caracterul unor legi ale naturii*. Premisele, care în sine sunt logice, matematice, dar care nu-și află nici un corespondent în natură, nu pierd prin aceasta nimic din deductibilitatea lor, dar nu formează nici o lege a naturii.

Deja Leonardo da Vinci (1452-1519) refuza orice raționament care nu pornea de la criteriul observației: observația pură nu este însă suficientă, pentru că aceasta devine fertilă abia atunci când este instrumentată pe baza elaborării unor ipoteze, ipoteze pe care experimentul trebuie să le confirme. De aceea, el afirmă că acolo unde avem dovezi experimentale, acolo sunt și motive raționale (*ragioni*), adică punctul de plecare al întrebărilor noastre adresate naturii. De aceea, ce se arată în experiment este întotdeauna un răspuns limitat al naturii. Acolo unde sunt motive raționale este posibilă și precizarea lor matematică. Astfel matematica devine pentru el o verigă determinantă dintre spiritul omului și realitatea naturii.

Noutatea care apare aici este următoarea: nu mai este vorba doar de observarea naturii în genere, ci *de o observare care pornește de la anumite principii* și care se orientează în desfășurarea ei după reguli de gândire precise. Acest lucru nu este însă nimic altceva decât observația experimentală, care constată cât și în ce măsură concordă anumite principii teoretice cu observația.

Galilei face distincția între înțelegerea extensivă și intensivă a fenomenelor, referindu-se în cazul înțelegerii intensive la procedeul pas cu pas al științelor moderne ale naturii, în timp ce procedeul extensiv înseamnă sesizarea nemijlocită a întregului din temeiul său original, deci o înțelegere care la urma urmei îi este rezervată doar lui Dumnezeu.

a) Autoapărarea lui Galilei împotriva tradiției

Pentru a realiza aceste idei și idealuri metodice, Galilei trebuie să se asigure mai ales împotriva posibilelor obiecții ale tradiției creștine și ale reprezentanților științelor pseudo-aristotelice ale naturii. Din scrisoarea sa vestită către Elia Diodati, la fel ca și din mai multe pasaje din „Dialogo dei massimi sistemi“, răsună patosul eforturilor sale de a se elibera de tradiția împietrită:

Florența, 15 ianuarie 1633

Dacă voi întreba ale cui creații sunt soarele, luna, pământul, stelele, mișcarea acestora și toate celelalte, probabil că mi se va răspunde: ele sunt creațiile lui Dumnezeu. Dacă voi continua să întreb de unde vine Sfânta Scriptură, mi se va răspunde, desigur, că este o operă a Sfântului Duh, deci tot creația lui Dumnezeu. Dacă voi întreba dacă Sfântul Duh folosește cuvinte care sunt în contradicție flagrantă cu adevărul, pentru a se adapta puterii de înțelegere a mulțimii, de obicei inculte, atunci sunt sigur că mi se va răspunde, invocându-se toți sfinții autori, că aceasta ar fi în tradiția Sfintei Scripturi, care în sute de locuri conține propoziții ce reprezintă, luate textual, curată erezie și blasfemie, deoarece în ele Dumnezeu apare ca o ființă plină de ură, de regrete și de uitare. Dacă voi întreba însă dacă Dumnezeu, pentru a se adapta minții oamenilor, și-ar fi schimbat vreodată creația sau dacă natura în sine imuabilă și de neatins pentru dorințele oamenilor ar fi păstrat

mereu același tip de mișcare, configurare și repartizare a Universului, sunt sigur că mi se va răspunde că luna va fi întotdeauna rotundă, chiar dacă pentru mult timp ea a fost considerată plată. Pentru a rezuma toate acestea într-o propoziție: n-o să se susțină niciodată că natura s-ar fi schimbat, pentru a-și adapta creația la mintea oamenilor. Dacă astfel stau lucrurile, atunci întreb de ce să ne începem investigațiile noastre, pentru a ajunge la cunoașterea diverselor părți ale lumii, de la cuvintele lui Dumnezeu, și nu de la creațiile sale? Este cumva creația mai puțin înălțătoare decât cuvântul? Dacă cineva ar susține că ar fi blasfemie să afirmi că Pământul se mișcă, când apoi demonstrația și observația ne-ar arăta că el se mișcă într-adevăr, în ce probleme ar intra atunci Biserica? Dacă în schimb, invers, acolo unde creațiile nu se arată neapărat concordante cu vorbele considerăm Sfânta Scriptură ca pe ceva secundar, acest lucru nu-i va dăuna neapărat; ea s-a adaptat adeseori părerii mulțimii, atribuindu-i adesea lui Dumnezeu proprietăți complet eronate. De aceea întreb de ce ne dorim ca ea să se fi exprimat atât de corect atunci când vorbește de Soare, de Pământ?

„Dialog despre cele două principale sisteme solare“

Prima zi

SAGREDO: Mereu mi s-a părut o aroganță supremă să iei darul de a înțelege pe care îl are omul ca etalon a ceea ce natura poate să facă, în timp ce, dimpotrivă, nu există nici un fenomen în natură, fie el cât de neînsemnat, a cărui deplină cunoaștere să poate fi atinsă. Aroganța de a vrea să înțelegi totul izvorăște numai dintr-o lipsă totală a oricăror cunoștințe. Dacă cineva ar fi încercat măcar o dată să priceapă un lucru pe deplin și ar fi gustat într-adevăr din ce înseamnă a ști, ar recunoaște atunci că nu pricepe nici unul din celelalte adevăruri infinite.

SALVIATI: Ceea ce spunei aici este de necontestat. Drept dovadă ne servește exemplul celor care înțeleg sau au înțeles ceva: cu cât sunt mai înțelepți, cu atât recunosc mai mult și cu atât

mărturisesc mai deschis cât de puține știu. Cel mai mare înțelept al Greciei, desemnat ca atare de oracol, a spus deschis că știe că nu știe nimic.

SIMPLICIO: Deci, sau oracolul sau Socrate însuși trebuie să fi mințit, dacă acela îl preamărește ca pe cel mai înțelept, iar acesta spune că se recunoaște complet ignorant.

SALVIATI: Nici una, nici cealaltă nu trebuie luată în seamă, deoarece ambele formulări pot fi adevărate. Oracolul îl desemnează pe Socrate ca cel mai înțelept dintre toți oamenii, a căror înțelepciune este una limitată. Socrate se declară ignorant în raport cu înțelepciunea absolută, care este infinită. Deoarece însă, din infinit, multul nu este o parte mai mare decât puținul sau nimicul – pentru a obține de exemplu un număr infinit de mare, ajungem la același rezultat dacă însumăm miile, sau sutele, sau zerourile – de aceea Socrate era pe deplin conștient că știința sa limitată nu însemna nimic față de cea infinită, care îi lipsea. Pentru că, însă, și la oameni se regăsește o relativă cunoaștere, deși inegal împărțită între ei, e posibil ca Socrate să fi deținut o mai mare parte decât alții și astfel răspunsul oracolului să fi fost corect.

SAGREDO: Cred că înțeleg foarte bine acest punct. Oamenii, Signor Simplicio, dețin puterea de a acționa, dar nu toți uniform. Desigur, influența unui împărat este cu mult mai mare decât cea a unui cetățean obișnuit; dar nici primul, nici al doilea nu reprezintă nimic în comparație cu măreția puterii divine. Există oameni care pricep mai mult decât alții din cultivarea pământului: dar ce au în comun arta de a butăși un strugure cu arta de a prinde rădăcini, de a-l alimenta cu hrană, de a selecta din aceasta o parte pentru formarea lăstarilor, alta pentru creșterea ciorchinilor, a cărnii și a cojii bobului; toate acestea le realizează natura preaînțeleaptă. Ei, aceasta este doar una din nenumăratele opere de care ea este capabilă, în ea manifestându-se o înțelepciune infinită; de aici se poate vedea de câte infinite ori este infinită înțelepciunea divină.

SALVIATI: Iată un alt exemplu. Arta de a descoperi într-un bloc de marmură o statuie minunată a situat geniul lui Buonarroti mult deasupra spiritelor comune ale celorlalți oameni, nu-i așa? Și totuși o asemenea operă nu-i nimic altceva decât o imitație exterioară, superficială a unei singure poziții corporale și a unei singure dispunerii a membrilor unui om nemișcat. Dar ce înseamnă aceasta în comparație cu omul așa cum a fost creat de natură, om care are atât de multe organe interne și externe, care are o mulțime de mușchi, tendoane, nervi, oase, care permit mișcări atât de variate? Și în comparație chiar și cu simțurile, puterea sufletească și, în sfârșit, cu rațiunea? Nu putem afirma, pe bună dreptate, că realizarea unei statui e infinit în urma creării unui om viu, ba chiar a unui vierme?

SAGREDO: Și ce diferență trebuie să fi fost între porumbelul lui Arhytas¹ și unul natural?

SIMPLICIO: Dacă eu aparțin, de altfel, acelor oameni care posedă rațiune, atunci în ceea ce afirmați există o contradicție evidentă. Dumnezeu voastră privești rațiunea drept unul din marile avantaje, ba chiar drept cel mai mare avantaj pe care îl are omul creat de natură; și totuși spuneți adineaori, împreună cu Socrate, că mintea sa ar fi nimic. Deci va trebui să spunem că nici natura nu s-a priceput să creeze un spirit care înțelege.

SALVIATI: Remarca dumneavoastră este foarte inteligentă; pentru a răspunde la ea trebuie să recurgem la o distincție filosofică și să constatăm că noțiunea de înțelegere poate fi utilizată în două modalități, și anume intensiv sau extensiv. Extensiv, adică referitor la mulțimea lucrurilor comprehensibile al căror număr este infinit, mintea omenească nereprezentând nimic chiar dacă ar cunoaște mii de adevăruri; pentru că în comparație cu infinitul o mie nu este mai mult decât zero. Dacă înțelegerea e privită intensiv, în măsura în care această

¹ Filosof pitagoreic și demnitar, aprox. 400-365 î.Hr. Se spune că ar fi construit porumbei automați care ar fi zburat.

expresie semnifică intensitatea, adică perfecțiunea în cunoașterea unui oarecare adevăr particular, atunci afirm că intelectul uman percepe unele adevăruri atât de perfect și este atât de sigur de ele, cum numai natura însăși poate fi. Din acestea fac parte cunoștințele pur matematice, și anume geometria și aritmetica. Desigur, spiritul divin cunoaște infinit mai multe adevăruri matematice, pentru că el le cunoaște pe toate. Cunoașterea celor puține însă, percepute de spiritul uman, se compară, după părerea mea, cu certitudinea obiectivă a cunoașterii divine; căci ea ajunge să-și înțeleagă necesitatea, iar o treaptă superioară a certitudinii nu prea poate exista.

SIMPLICIO: Asta numesc eu o vorbă hotărâtă și temerară.

SALVIATI: Aceste teoreme sunt universal recunoscute și mult deasupra bănuiei de înfumurare și de cutezanță. Nu se face nici o concesie maiestății atotcunoașterii divine și nici nu se prejudiciază cu ceva atotputernicia divină când se spune că Dumnezeu nu este capabil să facă făcutul nefăcut. Dar, Signore Simplicio, eu bănuiesc că ați devenit suspicios pentru că, în parte, ați înțeles greșit vorbele mele. Pentru a mă exprima, deci, mai clar, voi declara că adevărul, a cărui cunoaștere este mijlocită prin dovezi matematice, este același cu cel pe care îl cunoaște înțelepciunea divină; trebuie, oricum, să recunosc în fața dumneavoastră că modalitatea în care Dumnezeu cunoaște nenumăratele adevăruri, din care noi cunoaștem doar câteva, puține, se situează mult deasupra modalității noastre. Noi pășim înainte, cu ajutorul explicațiilor, de la concluzie la concluzie, în timp ce el înțelege prin simpla intuiție. Astfel noi, pentru a dobândi unele din proprietățile nenumărate ale cercului, începem cu una dintre cele mai simple, o stipulăm pe aceasta drept definiție și purcedem dinspre ea, prin deducții, la cea de-a doua, de aici la o a treia, apoi la o a patra ș.a.m.d. Intelectul divin, în schimb, percepe prin simpla sesizare a ființei sale, fără a gândi temporal, plenitudinea infinită a proprietăților sale. În realitate,

acestea sunt deja înglobate virtual în definițiile tuturor lucrurilor constituind eventual în final, deși sunt infinite ca număr, o unitate în esența lor și spiritul divin. Aceste lucruri nu-i sunt străine nici chiar intelectului uman, fiindu-i totuși întunecate de un vâl de ceață adânc și des; acesta devine, într-o anumită măsură, mai deschis și transparent când stăpânim anumite concluzii, care au fost demonstrate riguros, devenind astfel proprietatea noastră spirituală, încât să putem sări repede de la una la cealaltă. Pentru că, în fond, teorema conform căreia pătratul ipotenuzei este egal cu suma pătratelor catetelor, nu este, oare, același lucru cu faptul că paralelogramele cu aceeași bază între două paralele sunt egale? Și, în final, acest lucru nu este, oare, identic cu faptul că două suprafețe trebuie să fie identice, atunci când, așezate una peste alta, se suprapun fără ca una s-o depășească pe cealaltă? Aceste treceri, pentru care spiritul nostru a avut nevoie de timp, treceri pe care le-a executat pas cu pas, intelectul divin le parcurge, la fel ca lumina, într-o clipită, sau, ceea ce este același lucru, ele îi sunt mereu prezente toate. De aici reiese pentru mine că, atât din punctul de vedere al modalității, cât și din cel al cantității celor cunoscute, înțelegerea noastră se află infinit înapoia celei divine. Totuși n-o disprețuiesc chiar atât de mult încât s-o consider un nimic. Mai mult, dacă constat cât de multe și minunate lucruri au priceput, cercetat și realizat oamenii, atunci îmi dau seama și înțeleg cât se poate de limpede că spiritul uman este o creație a Domnului, și anume una din cele mai extraordinare.

SAGREDO: M-am gândit deja adesea la ceea ce spuneți, la ingeniozitatea spiritului uman. Și dacă revăd nenumăratele descoperiri minunate ale omenirii în domeniul artelor și științelor și mă gândesc apoi la cunoștințele mele, care nu mă fac deloc în stare să descopăr vreuna nouă, și nici măcar să înțeleg cele deja descoperite, atunci sunt confuz de uimire, abătut de disperare și mă consider aproape nefericit. Atunci

când contemplan o statuie minunată, îmi spun: când vei învăța, oare, să eliberezi dintr-un bloc de marmură un astfel de miez, să descoperi forma minunată pe care o ascundea? Sau să amesteci diverse culori și să le pui pe o pânză, sau pe un perete, astfel încât să reprezinte întreaga împărăție a vizibilului, precum un Michelangelo, un Rafael, un Tizian? Dacă mă gândesc la cum a învățat omul să despartă intervalele muzicale, a stabilit norme și reguli cu scopul de a le utiliza pentru plăcerea minunată a urechii, cum să încetez să mă mai minunez? Și ce de instrumente diverse? Cât de mult lectura poezilor înzestrați cu har îl umple de uimire pe cel care urmărește cu mirare și concentrare descoperirea și explicarea gândurilor lor? Ce să mai spunem de arta de a construi, de știința navigației? Și cum se distinge deasupra tuturor invențiilor uimitoare măreția spirituală a celui care a inventat mijlocul de a comunica oricui altcuiva gândurile, oricât de îndepărtat ar fi în spațiu și timp? Să-i vorbească celui care este în India? Să le vorbească celor care încă nu s-au născut, care vor fi născuți abia după o mie și zece mii de ani? Și cu ce ușurință? Prin diversele combinații a douăzeci de semne pe o foaie de hârtie. Acest lucru ar trebuie să fie pentru noi încoronarea tuturor descoperirilor uimitoare ale oamenilor și să constituie încheierea dialogurilor noastre de astăzi. Perioada de arșiță a zilei a trecut și, desigur, Signor Salviati se va bucura mult, cred eu, de răcoarea noastră, la o plimbare cu gondola. Măine vă voi aștepta pe amândoi pentru a continua dialogurile începute.

Ziua a doua

SALVIATI: Ieri am deviat adesea de la calea dreaptă a explicațiilor noastre, încât numai cu greu voi putea ajunge, fără ajutorul Domniilor Voastre, din nou pe traiectoria bună ca să pot continua.

SAGREDO: Mi se pare ușor de înțeles că vă găsiți oarecum în încurcătură, de vreme ce vă tot gândiți la cele deja prezentate, precum și la cele ce vor fi încă prezentate. Eu, în schimb, care trebuie să memorez, ca simplu ascultător, doar cele auzite, voi reuși, sper, printr-un scurt rezumat, să descâlcesc firul cercetărilor noastre. În măsura în care memoria nu mă înșală, obiectul principal al dialogurilor noastre de ieri a fost acela de a cerceta în profunzime care din cele două opinii este mai probabilă și mai argumentată, cea conform căreia substanța corpurilor cerești ar fi increabilă, indestructibilă, imuabilă, insensibilă, pe scurt, făcând abstracție de schimbările de loc, ar fi sustrasă oricăror transformări, reprezentând astfel un al cincilea element, care este complet diferit de corpurile noastre elementare, productibile, destructibile, modificabile; sau cealaltă părere conform căreia un asemenea raport greșit dintre părțile Universului poate fi ignorat, Pământul bucurându-se de aceleași avantaje ca și celelalte corpuri care formează Universul, fiind, cu alte cuvinte, o minge ce se deplasează liber, la fel de bine ca și Luna, Jupiter, Venus sau o altă planetă. În final am evidențiat multe concordanțe dintre Pământ și Lună, mai mult cu Luna decât cu o altă planetă, probabil datorită cunoașterii mai precise și mai palpabile senzorial, pe care o deținem despre ea datorită distanței mai reduse. După ce, în final, am ajuns la concluzia că această a doua părere ar fi mai plauzibilă, consecvența ne cere, după cum mi se pare mie, să verificăm dacă Pământul trebuie considerat nemișcat, așa cum până acum au crezut cei mai mulți, sau în mișcare, cum au crezut câțiva filosofi ai Antichității și cum unii afirmă mai nou; și dacă se află în mișcare, cum anume este configurată această mișcare.

SALVIATI: Acum știu din nou precis ce cale avem de străbătut. Înainte de a începe însă să purcedem mai departe, îmi permit o remarcă, referitor la ultimele dumneavoastră cuvinte. Ați spus că am ajuns la ideea că opinia conform căreia Pământul

este considerat asemănător cu celelalte corpuri cerești ar fi mai plauzibilă decât cea opusă. Acest lucru însă eu nu l-am afirmat, la fel de puțin precum voi considera demonstrată oricare din celelalte teorii aflate în litigiu. Am avut doar intenția să aduc în discuție, pentru și împotriva ambelor opinii, argumente și contraargumente, obiecțiile și răspunsurile la aceste obiecții, pe care le-au făcut alții, precum și unele lucruri noi de care m-am lovit prin îndelungă cugetare. Decizia o las însă la îndemâna judecății altora.

SAGREDO: M-am lăsat târât de sentimentele mele proprii. Cu convingerea că și ceilalți ar fi trebuit să gândească la fel ca mine, am generalizat ceea ce ar fi trebuit să exprim într-un mod mai restrâns. M-am făcut într-adevăr vinovat de o eroare, în special de faptul că nu cunosc părerea lui Signor Simplicio, aici de față.

SIMPLICIO: Recunosc că întreaga noapte trecută am mai judecat o dată explicațiile noastre de ieri și găsesc că ar conține într-adevăr multe lucruri frumoase, noi și adevărate. Pe lângă toate acestea m-am simțit și mai mult încurajat de faima unor scriitori atât de mari, și în special – scuturați capul, Signor Sagredo, și zâmbiți de parcă aș fi spus ceva strigător la cer.

SAGREDO: Zâmbesc doar, dar credeți-mă, aproape că mă înăbuș abținându-mă să nu râd; mi-ați adus aminte de o istorie extraordinară, la care am fost martor cu câțiva ani în urmă, împreună cu câțiva alți nobili prieteni, ale căror nume nu vi le-aș mai putea spune.

SALVIATI: Ar fi bine dacă ne-ați povestit această istorie, pentru că altfel Signor Simplicio ar crede în continuare că el a fost cel care v-a făcut să râdeți.

SAGREDO: Fie. Mă găseam într-o zi în casa unui medic de vază din Veneția, unde veneau adeseori oameni, în parte pentru studiile lor, în parte din curiozitate, pentru a asista la o disecție făcută de un anatomist cu adevărat învățat, dar grijuliu și iscusit. În această zi, deci, s-a întâmplat să se caute originea

și punctul de plecare al unui nerv, care reprezintă un cunoscut litigiu dintre medicii din școala lui Galen și peripateticieni. Și când anatomistul arăta cum trunchiul principal al nervilor, pornind de la creier, trece de-a lungul cefei, se întinde de-a lungul întregii coloane vertebrale și se ramifică prin întregul corp, ajungând la inimă ca un firicel foarte fin, de grosimea unui fir de ață, el se adresa unui nobil – care-i era cunoscut ca peripatetician și de dragul căruia arătase și dezvăluisese totul cu o grijă ieșită din comun – întrebându-l dacă e mulțumit acum și dacă e convins că nervii au originea în creier și nu în inimă. La care filosoful nostru a răspuns, după ce stătuse o clipă pe gânduri: mi-ați arătat totul atât de clar, într-un mod atât de remarcabil, încât dacă nu s-ar opune textul lui Aristotel, care spune clar că originea nervilor ar fi în inimă, m-aș vedea obligat să recunosc că aveți dreptate.

SIMPLICIO: Doresc totuși să vă atrag atenția, domnilor, că această dispută privind originea nervilor nu este nicidecum atât de clară și decisă, precum își imaginează probabil unii.

SAGREDO: Cu siguranță că ea nu va fi așa niciodată; pentru că niciodată nu vor lipsi astfel de adversari. Însă ceea ce spuneți nu diminuează cu nimic din ciudățenia răspunsului dat de peripatetician; pentru că împotriva unui experiment atât de evident el n-a prezentat nicidecum alte experiențe sau argumente din Aristotel, ci n-a făcut decât să aducă în față autoritatea sa, purul *ipse dixit*.

SIMPLICIO: Aristotel a dobândit o faimă atât de mare numai prin dovezile sale zdrobitoare, prin cercetările sale profunde. Numai că trebuie să-l înțelegi, și nu numai să-l înțelegi, ci să fii atât de familiarizat cu scrierile lui, încât să ai o viziune de ansamblu, astfel încât fiecare din cuvintele sale să fie prezente în față ochilor minții. Pentru că el n-a scris pentru mulțime și nu s-a simțit obligat să-și înșire concluziile în mod elementar, ordonate pe degete. El se servește uneori mai degrabă de o succesiune încâlcită, aducând dovada unei afirmații într-un

capitol care aparent tratează cu totul altceva. De aceea este necesară marea viziune de ansamblu asupra întregului; de aceea acel pasaj trebuie combinat cu altul, acest paragraf trebuie comparat cu un altul din cu totul altă parte. Nu există nici o îndoială că cel care deține această artă poate extrage din cărțile sale dovezile pentru tot ce-i comprehensibil; pentru că în ele este conținut totul.

SAGREDO: Dar, dragă Signor Simplicio, dacă nu vă indispoaze incoerența materiei și dacă credeți că prin comparație și combinații de mici fragmente izolate o să dobândiți chintesența, atunci voi compara procedeul pe care dumneavoastră și colegii dumneavoastră inimoși îl folosesc la textul aristotelic cu versurile lui Virgiliu sau Ovidiu, vrând să pun un fragment de aici peste celelalte fragmente și să explic prin acestea toate problemele umane și tainele naturii. Dar pentru ce am nevoie de Virgiliu sau de un alt poet? Am o cârtică mult mai scurtă decât orice carte de Aristotel sau Ovidiu, cârtică în care sunt cuprinse toate științele și din care, cu cel mai mic efort, poți să dobândești cea mai perfectă vedere de ansamblu; este vorba de alfabet. Nici o îndoială că prin organizarea și combinarea uneia sau alteia dintre vocale, plus această sau aceea consoană poți obține informația cea mai sigură cu privire la orice îndoială, poți dobândi teoremele oricărei științe, regulile tuturor artelor; la fel cum pictorul amestecă doar diferite culori, care se întind separat pe șevalet, din aceasta puțin și din cealaltă ceva, creând cu ajutorul lor oameni, plante, case, păsări, pești, pe scurt, imitând tot văzutul, fără a avea pe paleta sa ochi, pene, solzi, frunze sau pietre. Ba chiar nici nu este permis ca unul din lucrurile de imitat, sau părți ale acestuia să se afle într-adevăr alături de culori, dacă cu ajutorul acestora trebuie să fii în stare să reprezenți totul. Dacă, de exemplu, ar avea pene alături, le-ar putea folosi doar pentru a copia păsări sau un evantai de pene.

SALVIATI: Cunosc câțiva nobili, și astăzi încă vioi și sănătoși, care au fost de față, când un medic, în cadrul unei facultăți vestite, auzind o descriere a lunetei, pe care n-o văzuse încă, a spus că invenția ar fi preluată din Aristotel. După ce a trimis să se aducă un text, a căutat un anumit pasaj, unde se tratau cauzele în urma cărora pe fundul unei fântâni foarte adânci se puteau vedea stelele de pe cer ziua în amiaza mare. El li s-a adresat celor de față: aici aveți fântâna, ea este tubul; aveți aici vaporii denși, ei au fost modelul pentru lentile; aveți aici, în sfârșit, amplificarea capacității de vedere la trecerea razelor printr-un mediu mai dens, întunecat și transparent.

SAGREDO: Această manieră de a cuprinde tot ce poate fi cunoscut este asemănătoare cu aceea conform căreia un bloc de marmură conține una sau o mie de statui, din cele mai minunate; dificultatea este numai a le descoperi. Putem, de asemenea, să spunem că aceste lucruri stau ca și cu propovăduirile lui Gioacchino [da Fiore] sau oracolele celor bătrâni, pe care le înțelegi abia după ce lucrurile prezise s-au săvârșit.

SALVIATI: Nu vă gândiți și la prezicerile astrologilor, care din horoscop, adică din poziția constelațiilor, pot ulterior să fie descifrate atât de limpede?

SAGREDO: La fel stau lucrurile cu descoperirile alchimiștilor, care, conduși de un *humor melancholicus*, află că în realitate cele mai luminate minți ale omenirii n-au scris despre nimic altceva decât despre arta de a face aur. Pentru a-i învăța pe aceștia, fără a dezvălui totul poporului, au inventat unul o modalitate, celălalt alta, pentru a sugera secretul prin mai multe deghizări. Nimic nu este mai vesel decât să auzi comentariile lor la vechii poeți, unde adulmecă cele mai importante mistere, ascunse în veșmântul fabulei: ce semnifică târguielile amoroase ale zeiței Lunii, pogorârea ei pe Pământ de dragul lui Endymion, furia ei împotriva lui Acteon; când Jupiter s-a transformat într-o ploaie de aur, când în flăcări fierbinți, ce

taine adânci ale artei sălăşluiesc în acel Mercurius Interpret, în acele răpiri ale lui Pluto în acele crengi de aur.

SIMPLICIO: Cred, iar în unele cazuri sunt sigur că nu se duce lipsă de minţi cât se poate de ciudate; dar ineptiile nu trebuie exploatare în defavoarea lui Aristotel, despre care, aşa cum mi se pare mie, vorbiţi uneori cu prea puţină consideraţie. Pur şi simplu vârsta şi marele renume pe care l-a dobândit după judecata atâtor oameni aleşi ar trebui să fie suficiente pentru a-l face demn de stimă în ochii tuturor învăţaţilor.

SALVIATI: Numai că lucrurile nu stau astfel, Signor Simplicio. Chiar unii din cei mai apropiaţi discipoli sunt vinovaţi, sau mai degrabă ar fi vinovaţi de faptul că este considerat mai puţin mare, dacă ar fi să credem relatărilor lor seci. Voi însă, spuneţi-mi respectuos, sunteţi chiar atât de ignoraţi încât nu puteţi să recunoaşteţi că dacă Aristotel ar fi fost de faţă atunci când doctorul l-a numit inventatorul lunetei el ar fi fost mult mai mâniat pe acesta, decât pe aceia care l-au luat în derâdere pe doctor şi maniera sa de a prezenta lucrurile? Vă îndoiiţi, cumva, că Aristotel şi-ar schimba părerea şi şi-ar corecta cărţile dacă ar afla de noile descoperiri astronomice? Că s-ar declara în favoarea unor astfel de teorii logice şi ar îndepărta de lângă sine toate acele spirite mărunte, care reuşesc, cu meschinăria propriei lor persoane, să păstreze în vigoare oricare din vorbele lui, care nu pot recunoaşte că dacă Aristotel ar fi aşa cum şi-l imaginează ei, ar fi un prost, un încăpăţânat, un suflet de barbar, plin de samavolnicie tiranică, care-i consideră pe toţi vite proaste şi care acordă prioritate manifestărilor voinţei sale, înaintea percepţiei prin simţuri, înaintea experienţei, înaintea naturii însăşi? Discipolii săi i-au conferit lui Aristotel autoritatea, nu el şi-a atribuit-o sau şi-a însuşit-o. Pentru că este mai uşor să cauţi protecţie sub scutul altuia decât să păşeşti cu fruntea sus în bătaie, ei se tem şi n-au curajul să se îndepărteze măcar cu un pas de el. Înainte de

a schimba ceva pe cerul lui Aristotel, dezmint cu impertinență ceea ce văd pe cerul naturii.

SAGREDO: Oameni de teapa aceasta îmi amintesc de acel sculptor care dintr-un uriaș bloc de marmură a format, nu știu sigur, statuia unui Hercule sau a unui Jupiter tunând. Prin arta sa minunată a știut să-i confere atâta viață, atâta maiestate încât fiecare privitor era cuprins de teamă, ajungându-se până acolo încât și artistul însuși a început să se teamă de el, deși expresia și mișcarea erau opera mâinilor sale. Atât de mare îi era groaza, încât n-ar mai fi îndrăznit de acum încolo să se apropie de el cu ciocanul și cu dalta.

SALVIATI: M-am mirat adeseori cum de este posibil ca discipolii lui Aristotel, încrezători în litere, să nu-și dea seama ce împuținare aduc stimei și renumelui acestuia, cum i-o micșorează în încercarea de a-i mări autoritatea. Pentru că atunci când îi văd apărând cu îndărătnicie teorii care sunt în mod evident greșite, când vor să mă convingă că așa se cade să facă filosoful adevărat și așa ar proceda chiar Aristotel însuși, atunci mă reîntorc la ideea că deducțiile sale sunt corecte în alte domenii, mai puțin accesibile mie. Dacă i-aș vedea însă cedând, pe fondul unor adevăruri clare ca lumina zilei, și schimbându-și părerea, aş crede că acolo unde ei rămân la părerea lor, dovezile lor, neinteligibile și necunoscute mie, ar fi riguros corecte.

SAGREDO: Sau când faima lor proprie și cea a lui Aristotel ar părea prea periclitată în ochii lor, din moment ce recunosc că el n-ar fi cunoscut unele sau altele dintr-un rezultat descoperit de altul, n-ar face mai bine să-l descopere totuși în scrierile sale, prin combinația diferitelor pasaje, după rețeta sugerată de Signor Simplicio? Pentru că dacă tot ce poate fi cunoscut se găsește în ele, cu siguranță că și acesta va fi conținut acolo.

SALVIATI: Signor Sagredo, nu ridiculizați acest mijloc perspicace de informație, pentru că mi se pare că faceți această propunere în glumă. Dar încă n-a trecut prea mult timp de când un filosof

de mare renume a scris o carte despre suflet, unde, redând opinia aristotelică despre problema nemuririi, a reprodus multe citate din el – nu citatele lui Alexandru, care, după cum spunea, nu tratează absolut de loc această materie, darămite să decidă ceva în legătură cu aceasta – ci alte pasaje, găsite de el în locuri foarte ascunse, care aveau o conotație periculoasă. Făcut atent asupra faptului că va avea dificultăți în obținerea bunului de tipar, i-a răspuns prietenului că tot nu renunță din acest motiv să dorească rezolvarea problemei; pentru că dacă nu i-ar mai sta și altele în cale, i-ar fi foarte ușor să schimbe teoria lui Aristotel și să demonstreze prin alte explicații și cu ajutorul altor pasaje părerea contrară celei în sensul lui Aristotel.

SAGREDO: Toată stima pentru acest savant! El nu-l lasă pe Aristotel să-i demonstreze că ceea ce-i negru ar fi alb, să-l ducă de nas și să-l facă să danseze după fluierul său. Vedeți cât este de important să prinzi momentul favorabil. Nu trebuie să te pui cu Hercule atunci când e furios și turbat, ci atunci când stă la taclale cu servitoarele meonice. Vai, nemaiauzită nemernicie a spiritelor târâtoare! A păși benevol în sclavie, a te lăsa prins definitiv în opinii ce sunt străine de voința ta, a te declara convins și învins de argumente care sunt atât de convingătoare, atât de clar demonstrate, încât tocmai acești oameni nu prea știu dacă și ei se referă la obiect sau dacă sunt meniți să întărească respectiva afirmație! Aiureala cea mai mare însă este că nu sunt în consens asupra faptului dacă autorul însuși s-a situat pentru sau împotriva afirmației. Nu înseamnă aceasta să-ți faci dintr-un idol de lemn un oracol? De la acesta să aștepti lămuriri, de el să te temi, să-l venerezi, să-l preamărești?

SIMPLICIO: Dacă te dezici însă de Aristotel, cine va fi conducător în știință? Numiți voi un autor oarecare!

SALVIATI: Călăuza este necesară în țările sălbatice, necunoscute, în câmpia deschisă numai orbii au nevoie de protecție. Cel ce e orb ar face bine să rămână acasă. Cel ce însă are ochi, fizici

și spirituali, să-i folosească drept călăuză! De aceea nu spun că nu trebuie ascultat Aristotel, ba chiar este lăudabil să-l consulți și să-l studiezi cu hărnicie. Critic doar atunci când văd că i te abandonezi fără discernământ, în așa fel încât subscrii la oricare din vorbele sale și, fără să mai cercetezi alte temeuri, le recunoști pe acestea ca imperative de nezdruccinat. Acest lucru este un abuz care poartă cu sine încă un alt mare rău: nu mai facem efortul de a ne convinge de strictețea dovezilor proprii. Ce poate exista mai de ocară decât să vezi cum în disputele publice, unde este vorba de afirmații demonstrabile, brusc cineva scoate un citat, care mult prea des se referă la un cu totul alt obiect, închizându-i adversarului gura cu acesta? Dacă vrei însă neapărat să continuai să studiezi în această manieră, nu vă numiți de acum încolo filosofi, ziceți-vă istorici sau doctori ai memoratului pe dinafară; pentru că cel ce nu filosofează niciodată nu poate avea pretenția la titlul de onoare de filosof. Dar am face bine să o luăm din nou către țarm, pentru a nu ajunge în largul nesfârșit al mării, din care n-am mai reuși să ieșim toată ziua de astăzi. De aceea, Signor Simplicio, prezentați-ne argumentele dumneavoastră, sau temeurile și demonstrațiile lui Aristotel, nu însă citate și pure autorități; pentru că cercetările noastre au ca subiect lumea simțurilor și nu o lume pe hârtie.

(G. Galilei, *Dialogo dei massimi sistemi. Giornata prima e seconda*, Florența 1890-1909)

Proiectul lui Galilei privind științele moderne ale naturii

Extrasele redactate pentru început din scrierile lui Galilei au o însemnătate istorică pentru disputa pe care a purtat-o cu tradiția. Din următorul paragraf al „Dialogurilor și demonstrațiilor matematice privind două științe noi” se relevă metoda sa nouă. Obiectul ei nu este descrierea de fenomene noi: mișcarea unui corp în cădere a fost observată în toate timpurile; dar n-a fost niciodată cercetată în legitatea ei strict delimitată. Un fenomen este legic atunci când, izolat din multitudinea de mișcări ale corpurilor naturale, este precis identificat și poate fi

demonstrat în ceea ce privește proprietățile sale cu ajutorul unor etaloane precise, principii sau axiome. *A demonstra înseamnă a determina și întemeia fenomenul observat din perspectiva unui punct de plecare dinainte presupus*: abia de aici se naște știința, care nu se mulțumește cu constatări întâmplătoare, schimbătoare și relative. Definiția fenomenului trebuie, de aceea, să corespundă „comportamentului” naturii în limitele cadrului trasat prin premise: „Natura” este deci *un segment sau sector modest, strict delimitat, din multitudinea de fenomene* constatate de simțurile noastre, segmente în cadrul cărora – după cum spune Galilei – ne putem lăsa „conduși de ea de mână”. Întrebările și răspunsurile, observațiile și determinările nu mai sunt orientate pe cunoașterea generală metafizică, teologică, ci se delimitează cu modestie. În timp ce Kepler le-a atribuit fenomenelor, independent de observație, un caracter veșnic metafizic, teologic, la Galilei a avut loc o răsturnare completă. La Kepler științele naturii sunt încă complet neistorice: o dată cu Galilei *ele devin istorice, prin faptul că fenomenele care vor fi determinate sunt chestionate după proprietățile lor numai în cadrul premiselor stabilite de oameni*. Dacă aceste premise se modifică, atunci trebuie să se modifice și descrierea fenomenului considerat astfel în cadrul unor limite. În cadrul limitelor individuale, stabilite de oameni de la caz la caz, natura oferă oricum mereu același răspuns, și această legitate de fier „veșnică” devine acum obiectul edificării științifice, descoperirea ei constituind mândria savantului din domeniul științelor naturii.

„Dialoguri privind cele două principale sisteme solare”

Ziua a treia

Despre un subiect foarte vechi dezvoltăm o știință complet nouă. Probabil că nimic nu este mai vechi în natură decât mișcarea, iar despre aceasta cercetătorii au scris numeroase și voluminoase cărți. Totuși îi găsesc numeroase proprietăți demne de știut, care până acum n-au fost observate și cu atât mai puțin demonstrate. Suntem obișnuiți să pomenim de unele mai ușor de constatat, de exemplu de faptul că mișcarea naturală a corpurilor grele în cădere se accelerează constant. Dar după ce legi se petrece această accelerație nu s-a făcut cunoscut până acum. Pentru că, din câte știu eu, nimeni n-a demonstrat că segmentele parcurse de un corp

care cade din starea de inerție în timpi egali se comportă ca numerele impare succesive, începând de la unu. S-a observat că obuzele sau corpurile aruncate descriu o oarecare linie curbă; dar faptul că aceasta este o parabolă nu l-a afirmat nimeni. Voi demonstra că lucrurile stau într-adevăr așa, dar și multe altele la fel de importante; voi deschide calea – iar acest lucru îl consider mai important către alcătuirea unei științe foarte vaste și importante, ale cărei premise inițiale vor constitui lucrările noastre de față. Spirite mai pătrunzătoare decât mine vor pătrunde în zonele ei mai îndepărtate.

Vom structura tratatul nostru pe trei părți. În prima vom trata tot ceea ce se referă la mișcarea egală și uniformă; în cea de-a doua vom trata despre mișcarea naturală accelerată, iar în cea de-a treia mișcarea forțată sau aruncarea.

Despre mișcarea naturală accelerată

Particularitățile mișcării uniforme au fost tratate în volumul premergător, acum va trebui să luăm în considerație mișcarea accelerată. Trebuie căutată, înainte de toate, o definiție corespunzătoare comportamentului autentic al naturii. Pentru că, deși se poate imagina arbitrar un oarecare tip de mișcare și se pot lua în considerație procesele care rezultă de aici (astfel au procedat de fapt descoperitorii spiralelor și Conchoidelor, care se nasc din mișcări care, desigur, nu se manifestă în natură, demonstrând excepțional proprietățile acestora din premise), am preferat aici, deoarece natura în mișcarea ei, și anume la căderea corpurilor grele, menține un anumit tip de accelerație, să luăm în considerație proprietățile acestei mișcări, căci definiția noastră a mișcării accelerate, care urmează a fi dată, coincide tocmai cu esența mișcării naturale accelerate.

Am ajuns la această convingere, în sfârșit, după o lungă cugetare, determinată mai ales de motivul că proprietăților care vor fi de demonstrat mai târziu le corespunde precis și le este congruent acel lucru pe care experimentele le relevă simțurilor.

Și, în sfârșit, în cercetarea mișcării natural accelerate, observarea obiceiurilor și organizării naturii, în cadrul tuturor celorlalte activități, ne-a condus oarecum pașii; aceasta are obiceiul de a se servi de mijloacele ajutătoare cele mai la îndemână, cele mai simple și ușoare. Pentru că, după părerea mea, nimeni nu va crede că înotul sau zborul se poate executa mai ușor și mai simplu decât o fac peștii sau păsările din instinctul lor natural. Dacă observ deci o piatră care cade de la înălțime din starea de inerție și suferă ulterior creșteri noi de viteză, de ce să nu cred că astfel de creșteri se petrec în modul cel mai simplu și la îndemână? Dacă privim cu atenție, n-o să găsim nici o înmulțire, nici o creștere care ar fi mai simplă decât cea care se adaugă mereu în același fel. Ne vom convinge ușor de acest lucru dacă luăm în considerație corelația strânsă dintre timp și mișcare; așa cum, de exemplu, regularitatea și uniformitatea unei mișcări este definită și percepută prin identitatea intervalelor de timp și a segmentelor (pentru că o mișcare este uniformă atunci când în timpi egali se parcurg segmente egale), astfel, printr-o împărțire la fel de uniformă a timpului, putem înregistra și creșterile de viteză, generate într-un mod simplu; această mișcare o recunoaștem mental ca fiind uniformă și accelerată constant, mereu în același mod, pentru că i se adaugă pentru segmente oarecare timpi identici, creșteri identice de viteză. Dacă, deci, din primul moment în care corpul părăsește starea de inerție și începe să cadă i se prelevează un număr oarecare de segmente de timp, atunci gradul de viteză care a fost atins în primul și al doilea segment de timp va fi de două ori mai mare decât cel pe care corpul l-a atins în primul segment. Gradul de viteză însă, pe care acesta îl atinge în trei segmente de timp va fi de trei ori mai mare, în patru, de patru ori mai mare decât viteza după primul segment de timp. Dacă deci, (pentru a ne face mai bine înțeleși) el și-ar continua mișcarea după gradul sau energia cinetică a vitezei dobândite în primul segment de timp și ar păstra-o apoi uniform în același grad, atunci această mișcare ar fi de două ori mai înceată ca cea pe care ar fi dobândit-o cu gradul de viteză

la care ajunge în două segmente de timp; astfel nu pare a fi absolut deloc în contradicție cu adevărul, când admitem că intensitatea vitezei s-ar orienta după lungimea timpului. De aceea se poate admite următoarea definiție a mișcării, pe care dorim s-o tratăm: numim uniform sau constant accelerată o mișcare care, plecând din starea de inerție, dobândește în timpi identici creșteri identice de viteză.

Despre mișcarea de aruncare

Ziua a patra

Proprietățile mișcării uniforme, asemenea celei natural accelerate de-a lungul unui plan înclinat oarecare, le-am explicat mai sus. În cele ce vor urma voi prezenta câteva fenomene importante și demne de știut și voi încerca să le sprijin cu dovezi sigure – fenomene care apar la un corp, atunci când acesta se află într-o mișcare, compusă din două, și anume din una uniformă și din una natural accelerată. Așa pare a fi constituită mișcarea pe care o numim mișcare de aruncare; producerea ei mi-o imaginez astfel:

Iau un corp care este aruncat deasupra unui plan orizontal fără nici un obstacol; din cele care au fost explicate amănunțit în altă parte, s-a stabilit că acea mișcare s-ar petrece uniform și continuu în acest plan, dacă planul s-ar extinde nelimitat. Dacă ni-l imaginăm însă limitat și ridicat, atunci corpul, presupus a avea o greutate, va ajunge la capătul planului, în timp ce în deplasarea uniformă și indestructibilă de până acum se va adăuga acea tendință spre coborâre, care-i este proprie, datorită greutateii sale; astfel se naște o anumită mișcare care este compusă dintr-una uniformă orizontală și una natural accelerată îndreptată în jos; pe aceasta o numesc mișcare de aruncare. Câteva din proprietățile acestora le vom demonstra în continuare...

(G. Galilei, *Dialoguri și argumente matematice despre două noi științe*, Florența, 1890-1905)

Opere: Le opere di G.G., Edizione nazionale, ed. de A. Favaro și J. del Lungo, 20 vol. Florența 1890-1909; Opere editate în lb. germană; Leipzig 1892.

Scrieri despre G.G.: A. Carli și A. Favaro, *Bibliografia Galileiana*, Roma, 1890; K. von Gebler, *G.G. und die römische Curie*, 2 vol., 1875-1877; E. Wohlwill, *G. und sein Kampf für die copern. Lehre*, 2 vol., 1909 și 1926; L. Olschki, *Galileo G. und seine Zeit*; 1927; E. J. Dijksterhuis, *De Mechanisering van het Wereldbeeld*, Amsterdam 1950; P. Aubanel, *Le génie sous la tiare... Urbain VIII et G.*, 1929; F. Sherwood Taylor, *G. and the Freedom of Thought*, London 1938; A. Koyré, *Etudes Galiléennes*, 3 caiete, 1939; A. Maier, *Die Vorläufer G.'s im 14 Jahrh.*, Roma 1949; P. Natorp, *G. als Philosoph*, in *Philos. Monatsh.*, 1882; E. Casirer, „Wahrheitsbegriff und Wahrheitsproblem bei G.“, in „Scientia“ 1937; A. Koyré, „G. und Plato“, in „Journal of History of Ideas“, vol. 4, 1943.

Isaac Newton

(4.1.1643- 31.3.1727)

Ideile metodice pe care le-am urmărit la G. Galilei au devenit de acum un bun comun. Observarea științifică a naturii duce la mereu noi descoperiri și cuceriri, după ce în Anglia R. Bacon (1561-1626) accentuase deja importanța metodei empirice. Pentru a aminti doar câteva efecte practice ale noilor descoperiri: în 1628 William Harvey (1578-1658) descoperă circuitul sangvin, în 1600 William Gilbert (1540-1603) tratează pentru întâia oară în scrierile sale „De magnete“, fenomenele magnetice; în 1643, elevul lui Galilei, Evangelista Torricelli (1608-1647) inventează barometrul; în 1662, englezul Robert Boyle (1627-1691) și francezul Edme Mariotte (1620-1684) descoperă legea presiunii atmosferice.

Fenomenul mișcării corpurilor rămâne necunoscut în ceea ce privește temeiurile ultime, dar forțele pot fi determinate și calculate în legitatea și în corelațiile lor.

Până acum, spiritul uman a emis ipoteze din perspectiva științelor naturii, aparent fără a ține seama de datele naturale, în primul rând în funcție numai de logica matematică, pentru a le pune apoi la baza observației. Acum s-a recunoscut că această inventare a ipotezelor nu poate fi o creație autarhică a spiritului uman din sine însuși,

căci trebuie să se desfășoare într-o corelație strânsă cu observația naturii. Genialitatea omului de știință în emiterea ipotezelor din acest domeniu se arată tocmai prin faptul că în cadrul anumitor fenomene ale naturii el percepe corelațiile simple care pot fi transformate în noțiuni generale matematice și care pot fi puse la baza interpretării celorlalte fenomene ale naturii. Cercetătorul din domeniul științelor naturii trebuie deci să fi fost incitat prin fenomenele naturii înseși să emită ipoteze cu ajutorul cărora să abordeze mai apoi observațiile și experiențele sale.

Newton, a cărui concepție despre natură reprezintă un nou moment decisiv prin faptul că desprinde natura nu numai din corelația divină atotcuprinzătoare, ci și din legătura strânsă pe care o întreține cu omul, pare mai întâi pur empiric, pentru că refuză ipotezele: cunoștințele sunt deduse din fenomene și generalizate prin inducții. R.Cotes, editorul celei de-a 2-a ediții (1713) a „Principiilor matematice ale filosofiei naturale“ a lui Newton, ilustrează poate cel mai limpede concepția acestuia. El susține că toți cei care se dedică cercetării fizicii ar trebui împărțiți în trei clase. Unii atribuie anumitor clase de lucruri proprietăți specifice și ascunse, de care ar trebui să depindă mișcările corpurilor individuale (așa cum susține filosofia scolastică). Ceilalți susțin că materia universală ar fi omogenă și că funcția diferită a corpurilor particulare ar proveni din relațiile extrem de simple și ușor de recunoscut ale elementelor care le compun. Deoarece își permit însă să admită o oarecare formă și mărime necunoscută și o poziție și mișcare nedefinită a acestora, ei nu fac decât să viseze: „Cei care își sprijină speculațiile pe ipoteze vor imagina, chiar dacă ulterior vor proceda în mod riguros după legi mecanice, o poveste, poate elegantă și frumoasă, dar totuși o poveste.“ Această metodă de cercetare nu conduce, deci, la constatări perfecte. În sfârșit Cotes descrie metoda lui Newton astfel: „Mai rămâne încă un al treilea tip de cercetători care se recunosc a fi adepții fizicii experimentale. Aceștia vor să deducă cauzele tuturor lucrurilor din principii cât mai simple și cât mai puține, doar că ei admit ca principiu ceva încă nu s-a arătat prin fenomene. Ei procedează deci după metoda dublă, cea analitică și cea sintetică. Ei deduc, cu ajutorul analizei, forțele naturii și legile lor simple din câteva fenomene selectate și le prezintă pe cele dintâi cu ajutorul sintezei ca structurare a celorlalte fenomene. Acest tip de cercetare este cel mai bun, și ar fi demn și meritoriu să fie aplicat, după părerea vestitului nostru autor, înaintea celorlalte... El a

prezentat, drept exemplu vestit în favoarea lor, interpretarea sistemului planetar dedusă cu mult noroc din legea gravitației. Faptul că forța gravitațională este intrinsecă tuturor corpurilor, unii îl bănuiseră, alții îl gândiseră; dar el, primul și singurul, a reușit să arate existența ei cu ajutorul fenomenelor și să-i clădească prin speculații o bază solidă. "Se subliniază, deci, că cercetarea adevărată înseamnă să deduci natura lucrurilor din cauze cu adevărat existente și să-i cauți legile. „Dar nu trebuie să deducem acele legi din premise nesigure, ci trebuie să învățăm prin observații și experiențe. Cel ce crede că poate găsi principiile teoriei naturii și legile lucrurilor, sprijinindu-se doar pe forța spiritului său și lumina rațiunii sale, trebuie fie să admită că lumea s-ar fi născut dintr-o necesitate, în acest caz el trebuind să lase legile enunțate să se deducă din aceeași necesitate; fie va trebui să fie de părere că, dacă ordinea naturii a luat ființă din voința Domnului, el, ca om nevrednic, ar fi cunoscut care ar fi cel mai bun lucru de făcut. *O știință a naturii sănătoasă și adevărată se bazează pe fenomenele lucrurilor care ne duc pe noi, chiar și împotriva voinței noastre, către astfel de principii, astfel încât să se perceapă prin ele în chip limpede cea mai bună judecată și domnia supremă a celei mai înțelepte și mărețe ființe.*" (Cotes).

Pornind de la fenomene și prin generalizarea inducției, Newton a ajuns la descoperirea impenetrabilității, a mobilității, a forței de împingere a corpurilor, a legilor mișcării și gravitației: forța de gravitație există și acționează după legile pe care el le emite; el pornește de la ea pentru a explica mișcările corpurilor cerești; el refuză proprietățile ascunse ale corpurilor. Datorită faptului că enunță postulatele care permit stabilirea unor noțiuni ca masă, cauză, forță, inerție, spațiu, timp și mișcare, Newton devine primul sistematician al științelor moderne ale naturii. În „Cuvântul înainte către cititor“ al primei ediții (1687) din „Principiile matematice ale filosofiei naturale“ se spune: „Întreaga dificultate a fizicii constă, aparent, în faptul că din fenomenele mișcării trebuie cercetate forțele naturii iar apoi, prin aceste forțe, trebuie explicate celelalte fenomene. În acest scop folosesc teoriile generale, care sunt tratate în prima carte și într-a doua. În cartea a treia, am explicat, ca aplicație a acestora, sistemul planetar. Acolo, din fenomenele cerului, cu ajutorul teoremelor demonstrate matematic în primele cărți, se deduce forța de gravitație, datorită căreia corpurile au tendința de a se apropia de Soare și de planetele particulare. Din aceeași forță, mai apoi, tot cu

ajutorul teoremelor matematice, se deduce mișcarea planetelor, a cometelor, a Lunii și a mării.

Fie permisă deducerea celorlalte fenomene ale naturii în aceeași manieră tot din principiile matematice! Multe argumente mă fac să bănuiesc că aceste fenomene pot depinde de anumite forțe. Datorită acestora, particulele corpului sunt împinse, din motive necunoscute, fie unele împotriva celorlalte, alcătuindu-se astfel ca niște corpuri regulate, sau se retrag unele din fața celorlalte, evitându-se reciproc. Până acum fizicienii au încercat în zadar să explice natura prin aceste forțe necunoscute; sper însă că principiile enunțate aici vor face lumină în privința acestora sau a unui procedeu corect oarecare.“

Newton a creat o fizică a cerului, fără arbitrar și fără minuni, care se autoconservă și care odihnește în sine, fără a fi ajuns pe calea materialismului. El menține credința într-un Dumnezeu personal; mecanismul naturii este doar un mijloc pentru îndeplinirea scopurilor sale. Chiar dacă „marele ocean“ al realității rămâne încă nedescoperit, adevărurile individuale se alcătuiesc, prin corelațiile lor, în mod treptat într-un întreg. De aceea expresia vestită a lui Newton: „Nu știu cum voi apărea cândva în ochii lumii; dar eu însumi îmi par a fi un copil care se joacă pe malul mării, care în timpul jocului găsește ici-colo o piatră mai lucioasă sau o scoică mai frumoasă decât de obicei, în timp ce marele ocean al adevărului se întinde complet nedescoperit în fața ochilor mei.

Cartea a treia a

„Principiilor matematice ale filosofiei naturale“

Despre sistemul planetar – Reguli pentru cercetarea naturii

Regula 1. A nu admite mai multe cauze, pentru explicarea lucrurilor naturale, decât cele adevărate și suficiente pentru explicarea fiecărui fenomen.

Fizicienii spun: natura nu face nimic în zadar, și în zadar sunt cele ce se întâmplă prin multe și pot fi făcute prin puține. Natura este în fond simplă și nu abundă în cauze inutile ale lucrurilor.

Regula 2. De aceea, în măsura în care este posibil, trebuie atribuite acelorași efecte aceleași cauze.

Respirația oamenilor și animalelor, căderea pietrelor în Europa și America, lumina focului din bucătărie și a Soarelui, reflectarea luminii pe Pământ și planete.

Regula 3. Acele proprietăți ale corpurilor care nu pot fi nici amplificate, nici diminuate, și care le revin tuturor corpurilor pe care poți face experimente trebuie considerate proprietăți ale tuturor corpurilor.

Proprietățile corpurilor devin cunoscute numai prin experiențe, și de aceea trebuie considerate generale acelea care concordă în general cu experiențele, și care nu pot fi nici micșorate, nici anulate. *Evident, nu putem nici să inventăm, împotriva cursului experiențelor, vise, nici să ne îndepărtăm de analogia naturii, deoarece aceasta obișnuiește să fie simplă și în concordanță cu sine însăși.* Întinderea corpurilor se recunoaște numai prin simțuri și nu se percepe la toate; dar pentru că se întâlnește la toate corpurile perceptibile, se admite la toate. Faptul că mai multe corpuri sunt solide îl aflăm prin experiențe. Duritatea întregului se naște din duritatea părților, și de aici deducem, pe bună dreptate, că nu numai părțile perceptibile ale acestor corpuri, ci și cele nedivizibile ale tuturor corpurilor sunt dure. Faptul că toate corpurile sunt impenetrabile, nu-l deducem din rațiune ci din experiențe. Corpurile pe care le avem în mâini ni se pare impenetrabile, și de aici deducem că impenetrabilitatea este o proprietate a tuturor corpurilor. Faptul că toate corpurile sunt mobile, rămânând cu ajutorul unei forțe (pe care o numim forță gravitațională) în mișcare sau inerție, îl deducem din faptul că am observat această proprietate la toate corpurile studiate. Întinderea, duritatea, impenetrabilitatea, mobilitatea și forța inerției întregului se nasc din aceleași proprietăți ale părților; de aici deducem că cele mai mici particule ale corpurilor sunt de asemenea întinse, dure, impenetrabile, mobile și înzestrate cu forța inerției. În aceasta constă baza întregii teorii a științelor naturii. În plus, învățăm din fenomene că particulele corpurilor care se ating reciproc pot fi separate unele de altele. Faptul că, prin calcul, aceste particule ar putea fi divizate în altele mai

mici, este cunoscut din matematică; dacă aceste particule atât de divizate pot fi reprezentate prin forțe ale naturii nu este sigur. Dacă, însă, în urma unei experiențe ar rezulta că unele particule nedivizate, prin ruperea unui corp dur și solid, ar suporta o divizare, atunci, de aici, după această regulă, am deduce că nu numai particule divizate ar fi divizibile, ci că și cele nedivizate ar putea fi divizate la infinit.

Dacă, în cele din urmă, toate corpurile din apropierea Pământului au o gravitație în raport cu Pământul, și anume în funcție de cantitatea materiei fiecăruia; și dacă Luna are o gravitație în raport cu Pământul în funcție de masa sa și, invers, marea noastră are o gravitație în raport cu Luna; dacă, mai departe, s-a recunoscut prin experiențe și observații astronomice că toate planetele au o gravitație unele în raport cu altele, iar cometele au o gravitație în raport cu Soarele, atunci trebuie să se afirme, după această regulă, că toate corpurile au o gravitație reciprocă. Mai temeinică este demonstrația privind gravitația generală decât cea privind impenetrabilitatea corpurilor, unde, privind-o pe cea din urmă, nu dispunem de vreo experiență sau observație a corpurilor cerești. Eu nu susțin însă că gravitația ar afecta în esență corpurile. Prin forță caracteristică înțeleg acea forță a inerției care este constantă, în timp ce forța gravitațională scade odată cu distanța față de Pământ.

Regula 4. În fizica experimentală, teoremele deduse din fenomene prin inducție trebuie considerate – în caz că nu există premise contrare – fie exacte, fie foarte apropiate de adevăr, până ce apar alte fenomene prin care ele fie capătă o precizie mai mare, fie suferă excepții.

Acest lucru trebuie să se întâmple pentru ca prin ipoteze argumentul inducției să nu fie anulat.

(Isaac Newton, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, ed. de J. Wolfers, Berlin 1872, cartea a III-a, p. 380).

*Cartea a treia a
„Principiilor matematice ale filosofiei naturale“*

Partea a cincea: Despre comete

Acestea le-am avut de spus despre Dumnezeu, cercetarea operelor acestuia fiind sarcina științei despre natură.

Până acum am explicat fenomenele corpurilor cerești și mișcările mării prin forța gravitațională, dar n-am indicat nicicum cauzele acestei din urmă. Această forță provine de la o cauză care ajunge până în centrul Soarelui și al planetelor, fără a pierde ceva din eficiența ei. Ea nu acționează în funcție de suprafața acelor particule asupra cărora acționează (precum cauzele mecanice), ci în funcție de raportul cantității materiei solide, iar efectul ei se propagă în toate direcțiile până la distanțe enorme, scăzând mereu în raport dublu față de cele din urmă. Gravitația față de Soare este compusă din gravitația față de fiecare din particulele ei, iar ea scade odată cu distanța față de Soare exact în raport dublu al distanțelor, și acest lucru se întâmplă până la orbita lui Saturn, așa cum o dovedește stabilitatea afeliilor planetare; ea se întinde mai departe până la afeliile externe ale cometelor, dacă aceste afelii sunt în repaos.

N-am ajuns până acolo încât să pot deduce din fenomene motivul acestor proprietăți ale gravitației, iar ipoteze nu inventez. Tot ce nu se deduce din fenomene este o ipoteză, iar ipotezele, fie ele metafizice sau fizice, mecanice sau cele ale proprietăților ascunse, nu pot fi preluate în fizica experimentală. În cadrul acesteia, teoremele sunt deduse din fenomene și generalizate prin inducții. În acest fel am făcut cunoștință cu impenetrabilitatea, mobilitatea, impulsul corpurilor, legile cineticii și ale gravitației. Este suficient că există gravitație, că ea acționează după legile prezentate de noi, fiind în stare să explice toate mișcările corpurilor cerești și ale mării.

Ar trebui să fie aici locul să adăugăm ceva despre substanța imaterială, care străbate toate corpurile solide și le este intrinsecă.

Prin forța și acțiunea acestei substanțe imateriale, particulele corpurilor se atrag alternativ la cele mai mici distanțe și se alipesc unul de celălalt dacă se ating. Prin ele, corpurile electrice acționează la cele mai mari distanțe, atât pentru a atrage cele mai apropiate particule, cât și pentru a le respinge. Cu ajutorul acestei esențe imateriale lumina este emisă, reflectată, difractată, refractată, încălzind corpurile. Toate simțurile sunt excitate, iar membrele animalelor sunt acționate după dorință, prin vibrațiile acesteia, care se perpetuează de la organele externe ale simțurilor cu ajutorul firelor solide ale nervilor până la creier și de aici până la mușchi. Dar aceste lucruri nu se pot explica în câteva cuvinte, și nu există încă un număr suficient de experiențe pentru a putea determina și demonstra exact legile după care acționează această substanță imaterială generală.

(Isaac Newton, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, ed. de J. Wolfers, Berlin, 1872, cartea a III-a, p. 511.)

Opere: Philosophiae naturalis principia mathematica, 1687, germ. 1872 și 1932; *Optics*, 1704, germ. în Ostwalds Klassik d. Naturw. Nr. 96/97; *Arithmetica universalis*, 1707; *Analysis*, 1711; *Opuscula mathematica, philosophica et philologica*, ed. de J. Castillioneus, vol. 1-3, Lausanne 1744. *Gesamtausgabe* 1779-1785 (5 vol., ed. Samuel Horsley.

Scrieri despre I. N.: G. J. Gray, *Bibliography of the Works of N.*, Ed a II-a. 1907; F. Rosenberger, *I. N. und seine physikalischen Prinzipien* (1895); F. Dessauer, *Weltfahrt der Erkenntnis. Leben u. Werk I.N.*, 1945; H. G. Steinmann, *Über den Einfluß N's auf die Erkenntnistheorie seiner Zeit*, 1913; K. Popp, *Jakob Böhme und I.N.*, 1935.

II. APARIȚIA CONCEPȚIEI MECANICISTE ȘI MATERIALISTE DESPRE LUME

1. Aplicarea metodei mecanicii newtoniene la alte domenii (optica)

Christian Huygens

(14.4.1629 – 8.6.1695)

Metoda mecanicii newtoniene a fost aplicată la domenii tot mai vaste ale naturii. S-a încercat evidențierea particularităților din evenimentele naturii și stabilirea „legităților” acestora. Astfel, în prefața la „Tratatul despre lumină” al lui Huygens (1690) se spune: „Se vor găsi (în această lucrare) dovezi de felul celor care nu oferă o certitudine atât de mare ca cele din geometrie și care diferă chiar foarte mult de acestea, pentru că aici principiile se adevăresc prin concluziile care se trag, în timp ce geometrii își demonstrează teoremele din principii sigure și inatacabile: natura obiectelor tratate determină aceasta. Astfel, este de asemenea posibil să ajungi până la un grad de probabilitate, care de multe ori rezistă în fața unei dovezi riguroase. Acesta este cazul atunci când *concluziile care s-au tras admitând aceste principii sunt într-un acord absolut cu fenomenele pe care le cunoști din experiență*; mai ales când numărul acestora este mare și mai ales atunci când îți imaginezi și prevezi noi fenomene, care rezultă din premisa enunțată, și constăți că rezultatul corespunde așteptărilor tale. Dacă în cazul obiectelor pe care am de gând să le tratez toate aceste dovezi de probabilitate concordă, așa cum cred că într-adevăr se întâmplă, atunci acest lucru trebuie să confirme în mare măsură succesul modului meu de cercetare, și nu prea este posibil ca lucrurile să nu se comporte aproximativ așa cum le prezint eu.”

Lumina este interpretată deci de Ch. Huygens ca mișcare a unei substanțe, efectele ei fiind reduse la cauze mecanice.

Să anticipăm că Huygens atunci când vorbește de filosofie, înțelege acest cuvânt în semnificația lui originară ca dragoste față de știință. Ca exemplu pentru faptul că mecanica newtoniană se aplică la tot mai multe fenomene ale naturii prezentăm în cele ce urmează un capitol din „Tratatul despre lumină” al lui Huygens.

„Despre propagarea rectilinie a razelor“

Demonstrațiile din optică se bazează, ca în toate științele în care geometria este aplicată materiei, pe adevăruri care sunt derivate din experiențe; ca de exemplu faptul că razele de lumină se propagă rectiliniu, că unghiurile de reflexie și incidență sunt egale și că la refracție raza este refractată după regula sinusurilor, regulă care este de acum înainte foarte cunoscută, nefiind mai puțin sigură decât cele premergătoare.

Majoritatea celor care au scris despre diversele segmente ale opticii s-au mulțumit cu anticiparea acestor adevăruri. Câțiva mai avizi de cunoaștere au năzuit să descopere originea și cauzele acesteia, deoarece le-au observat ca efecte ale naturii, demne de a fi admirate. Însă, deoarece părerile enunțate în acest sens erau profunde, dar nu de natură să nu solicite explicații care să-i satisfacă mai bine pe cei mai capabili, doresc să expun aici ce-am gândit despre această materie, pentru a contribui, după puterile mele, la clarificarea acestui segment al științelor naturii care, nu fără motiv, este considerat unul dintre cele mai dificile. Recunosc că le datorez multe mulțumiri celor care au fost primii care au început să rupă bezna stranie în care erau înveșmântate aceste lucruri și care au trezit speranța că ele pot fi limpezite prin argumente inteligibile. Pe de altă parte însă, sunt totodată uimit că adeseori au fost considerate valabile concluzii prea puțin convingătoare, că ele au trecut drept sigure și demonstrate; atâta vreme cât, după știința mea, nimeni n-a explicat acceptabil nici măcar primele și cele mai importante fenomene ale luminii, și anume de ce aceasta se propagă doar rectiliniu și de ce razele de lumină, care vin spre noi din nenumărate direcții se încrucișează fără a se stingheri reciproc în vreun fel.

De aceea voi încerca în această carte să ofer argumente mai clare și mai plauzibile, conform principiilor acceptate de filosofia actuală, mai întâi pentru principiile luminii propagate rectiliniu, mai apoi pentru cea refractată la întâlnirea cu alte corpuri. Mai apoi voi explica fenomenele razelor care suferă o așa-numită

refracție la trecerea prin felurite corpuri transparente; totodată voi trata și efectele refracției în aer datorită diferitelor stări de densitate ale atmosferei.

În continuare voi cerceta cauza refracției ciudate a unui anumit cristal care este adus din Islanda. În ultimul rând voi trata despre diferitele forme ale corpurilor transparente și reflectorizante, prin care razele sunt înmănușate într-un punct sau deviate în nenumărate modalități. Se va constata cu câtă ușurință se pot găsi, după noua noastră teorie, nu numai elipse, hiperbole și alte curbe, pe care Descartes le-a imaginat cu acuitate pentru acest efect, ci în plus și cele care trebuie să alcătuiască una din suprafețele sticlei, dacă cealaltă suprafață este sferică, plană sau într-o configurație oarecare.

Nu se va putea pune la îndoială că lumina constă dintr-o mișcare a unei anumite materii. Căci dacă se ia în considerație producerea ei, se află că aici pe Pământ aceasta este produsă în principal de foc și de flacără care conțin fără îndoială corpuri ce se află într-o mișcare rapidă, deoarece dizolvă și topesc o multitudine de alte corpuri extrem de solide; sau dacă luăm în considerație efectele ei, se va vedea că lumina focalizată prin oglinzi concave, de exemplu, are puterea de a încălzi ca focul, adică de a separa părțile corpurilor; acest lucru sugerează desigur o mișcare, cel puțin în filosofia reală, în care cauza tuturor efectelor naturale este redusă la cauze mecanice. După părerea mea acest lucru trebuie făcut sau trebuie renunțat complet la orice speranță de a pricepe vreodată ceva în fizică.

Deoarece în conformitate cu această filosofie se consideră ca fiind un lucru cert faptul că simțul văzului este excitat numai prin impresia unei anumite mișcări a unei substanțe care acționează asupra nervilor din adâncul ochiului, atunci acest lucru este un alt motiv în favoarea opiniei că lumina constă dintr-o mișcare a materiei, existentă între noi și corpul luminos. Dacă se ține seama și se măsoară viteza extraordinară cu care lumina se propagă în toate direcțiile și care atunci când provine din diferite surse, chiar

opuse, își întrepătrunde razele fără a se stingheri, se va înțelege foarte bine că atunci când vedem un obiect luminos, acest lucru nu poate avea loc prin transferul unei materii care ajunge de la acest obiect până la noi așa cum un proiectil sau o săgeată străbate aerul; pentru că acest lucru contrazice prea mult cele două proprietăți ale luminii, dar mai ales cea din urmă. Ea trebuie să se propage deci în alt fel; în această privință tocmai cunoștințele pe care le avem despre propagarea sunetului în aer ar putea să ne ajute să o înțelegem.

Știm că prin intermediul aerului, care este un corp invizibil și nepalpabil, sunetul se propagă pe întreaga rază a locului unde a fost produs, printr-o mișcare care trece succesiv de la o particulă de aer la cealaltă, și că trebuie să se formeze, deoarece propagarea acestei mișcări are loc în toate direcțiile la fel de repede, un fel de suprafețe sferice care se lărgesc din ce în ce mai mult, atingând în final urechea noastră. Fără îndoială că și lumina ajunge de la corpurile luminoase până la noi printr-o anumită mișcare, care se comunică materiei ce se află interpusă; căci am văzut deja că acest lucru nu se poate întâmpla prin dirijarea unui corp care ajunge, de exemplu, de acolo aici. Dacă însă, așa cum vom analiza imediat, lumina necesită timp pentru a străbate această cale, atunci rezultă de aici că această mișcare comunicată materiei este una succesivă și se propagă la fel ca și cea a sunetului în suprafețe sferice sau unde; le numesc unde datorită asemănării cu cele pe care le vezi formându-se în apă la aruncarea unei pietre, pentru că acestea permit observarea propagării prin cercuri concentrice, tot succesive, care izvorăsc însă dintr-o altă cauză și se formează doar într-o suprafață plană.“

(Christian Huygens, *Traité de la lumière*, (1690), ed. de E. Lommel, ed. a treia, p.9, în Ostwalds Klassiker nr. 20, Leipzig, 1913.)

Opere: Oeuvres complètes, ed. Société Hollandaise des Sciences, 22 vol., 1888-1950; *Traité de la lumière* (1690); *Horologium oscillatorium* (Die Pendeluhr, 1673), ambele în germ. în Ostwalds Klassiker nr.20 și nr. 192 (1913); *Cosmotheoros (Himmelkunde)*, 1698; *Abhandlungen ü. d. Ursache der Schwere*, germ. de R. Mewes, 1893.

Scieri despre Ch. H.: J. Bosscha, *Ch. H.*, germ.1895; Ph. Lenard, *Grosse Naturforscher*, 1929; A. B. Bele, *Ch. H and the Development of Science*, 1948; E. J. Dijksterhuis, *Ch. H.*, Haarlem 1951.

2. Apariția concepției mecaniciste și materialiste despre lume

Odată cu noua înflorire a științelor naturii în secolul al XVII-lea iau naștere societățile științifice (Académie Française la Paris 1635, Royal Society la Londra 1663). În legătură cu rezultatele cercetării întreprinse de științele naturii încep să apară acum și noi curente filosofice. Nu este însă tema noastră să ne ocupăm de acestea. Atragem atenția doar asupra a trei filosofi: Pierre Gassendi (1592-1655), Robert Boyle (1627-1691) și René Descartes (1596-1650). În perioada de înflorire a gândirii mecaniciste gândirea lor se va manifesta metafizic. Gassendi, inițial dascăl de retorică și profesor de filosofie, predă matematicile la Paris. Atomismul lui Epicur i s-a părut adecvat pentru a oferi o explicație cauzal-mecanicistă a fenomenelor naturii. Chiar dacă materia poate fi divizată din punct de vedere matematic la infinit, practic tot ajungi în final la atomi indivizibili, care au duritate și impenetrabilitate. Toate fenomenele, apariția dar și dispariția lor se bazează pe legătura și desfacerea acestor atomi care au o înclinație imanentă spre mișcare. E important însă să ne aducem aminte că Gassendi reduce ordinea atomistă la Dumnezeu.

Și englezul Robert Boyle (1627-1691) a fost atras, datorită lui Gassendi, către interpretarea atomistă a naturii. Există doar o materie unică, extinsă, impenetrabilă, divizibilă; prin mișcare iau ființă cele mai mici corpuri de o anumită mărime, formă și poziție, corpuri ce se unesc în corpuri compuse. Cauza mișcării este și la Boyle Dumnezeu. În al său „Chymista scepticus“ (1668) se spune: dacă conferim particulelor din care se compune fiecare element o anumită mărime și

formă, atunci se poate afirma destul de lesne că astfel de particule atât de diferit configurate pot fi amestecate în raporturi atât de diferite și legate în modalități atât de variate încât se poate alcătui din ele un număr aproape incredibil de corpuri solide diferite, îndeosebi datorită faptului că particulele unui element separat pot forma, prin simpla legătură dintre ele, mici mase care diferă în ceea ce privește mărimea și forma de particulele din care se compun.“

Pentru René Descartes (1596-1650) matematica devine calea cercetării adevărului. Pornind de la un dualism psihofizic, adică de la diferența dintre o substanță gânditoare și una extinsă, el a încercat cel dintâi să dezvolte o mecanică nu doar a cerului, ci și a sufletului, a naturii anorganice precum și celei organice: fiziologia ca și astronomia sunt considerate de el *științe pur mecanice*. Natura nu poate fi explicată decât prin acestea, iar legile lor sunt identice cu cele ale mecanicii. Deja la el se resimte influența crescândă a științelor naturii, ale căror rezultate de cercetare îi servesc ca o confirmare a principiilor concepției lui filosofice despre lume. Îndemnul de a trage concluzii filosofice din cuceririle științelor naturii se face din ce în ce mai mult simțit: *se renunță la modestia prin care legilor naturii li s-a recunoscut valabilitatea doar în cadrul problematicii respective și pentru sfere strict delimitate*.

Gândirea mecanicistă oferă astfel imboldul către o concepție despre lume materialistă, care se impune treptat și se afirmă pe deplin în iluminism. În Anglia ea este reprezentată de John Locke (1632-1704). Iluminismul francez, al cărui statut fundamental a fost formulat în vestita „Enciclopedie a științelor, artelor și meseriilor“ (1751), își găsește expresia prin Voltaire și d'Alembert. Din fragmentul – redat în continuare – din „Introducere la Enciclopedie“ (1751) devine clar că atitudinea precaută a cercetătorilor „clasici“ din domeniul științelor naturii, care au limitat consecvent domeniul de valabilitate al enunțurilor specifice observațiilor lor, a dispărut. Acum se încearcă mai degrabă derivarea tuturor cunoștințelor din percepțiile senzoriale ale omului. Din științele naturii ia naștere deci o *filosofie proprie, în sine necritică*. Câteva idei ale altor autori materialişti va face limpede această evoluție.

Jean Lerond D'Alembert

(16.1.1717-29.10.1783)

Materia și mișcarea sunt premisele staticii și mecanicii. Este o mândrie să poți face referire la faptul că legile echilibrului și mișcării sunt într-adevăr observate la corpurile care ne înconjoară, având tocmai

de aceea o valabilitate necesară. Se renunță de acum la orice explicație metafizică, așa cum arată D' Alembert în prefața la „*Traité de dynamique*“ (Paris 1743), spunând: „Din toate aceste cugetări rezultă că legile staticii și mecanicii, care sunt dezbătute în această carte, sunt acelea care rezultă din existența materiei și a mișcării. Experiența însă ne învață că aceste legi pot fi într-adevăr observate la corpurile care ne înconjoară. Legile echilibrului și ale mișcării, așa cum observația ne permite să le cunoaștem, au deci o valabilitate necesară. Un metafizician s-ar declara poate satisfăcut cu demonstrația, spunând că totul stă în înțelepciunea creatorului și simplitatea punctelor sale de vedere de a nu emite alte legi ale echilibrului și ale mișcării decât cele care rezultă din existența corpurilor înseși și din impenetrabilitatea lor reciprocă; noi însă am considerat că *trebuie să ne abținem de la acest fel de raționament*, deoarece el pare să ne conducă către un principiu vag; natura ființei supreme *ne este mult prea ascunsă* pentru a putea cunoaște ce anume concordă cu principiile înțelepciunii sale și ce nu; putem bănuî efectele acestei înțelepciuni *în cadrul observării* legilor naturii, atunci când raționamentele matematice ne permit să recunoaștem simplitatea acestor legi și când experiența ne confirmă deschiderea și domeniul de valabilitate ale acestora.“

Imaginea materialistă a lumii, bazată pe legile matematicii, a ajuns acum la maturitate: natura se configurează într-un sistem de mișcări, energii și mărimi măsurabile.

„Introducere la Enciclopedie“, 1751

Toate cunoștințele noastre nemijlocite pot fi reduse la percepții senzoriale; de aici rezultă că experiențele senzoriale sunt cele cărora le datorăm toate reprezentările. La acest studiu asupra naturii, pe jumătate forțat, pe jumătate efectuat în joacă, constatăm foarte multe proprietăți ale lucrurilor, care însă se întrepătrund de obicei în același obiect în așa măsură încât fiecare dintre ele trebuie luat separat pentru o cercetare particulară temeinică. Această activitate spirituală ne face să descoperim curând proprietăți care par a fi comune tuturor ființelor, ca de exemplu capacitatea de deplasare și de repaus, precum și proprietatea de a perpetua mișcarea, din care izvorăsc cele mai esențiale transformări pe care le putem observa în natură. O cercetare a proprietăților acestora

din urmă, efectuată cu ajutorul simțurilor noastre, ne va permite în curând să descoperim alta, de care depind celelalte: densitatea, adică acea calitate conform căreia un corp îl exclude pe celălalt dintr-un loc, pe care-l ocupă el însuși, astfel încât două corpuri plasate foarte aproape nu pot ocupa niciodată un spațiu mai mic decât două corpuri separate.

Această proprietate a densității este în principal cea care ne permite să distingem corpurilor de acele părți ale spațiului infinit în care ni le imaginăm așezate; cel puțin așa judecă simțurile noastre; și dacă ne-ar înșela în privința acestui lucru, atunci eroarea ar avea un caracter atât de metafizic încât existența și autoconservarea noastră n-ar trebui să se teamă de el; am recădea permanent în această eroare, fără să vrem, pur și simplu prin maniera obișnuită de a vedea lucrurile.

Totul ne îndrumă să privim spațiul drept locul real sau posibil al corpurilor; pentru că în fapt ajungem la reprezentarea cea mai limpede pe care putem s-o avem despre mișcare abia cu ajutorul acelor părți ale spațiului considerate penetrabile sau nemișcate. Suntem deci oarecum obligați în mod natural să diferențiem cel puțin mental două tipuri de întindere, una fiind impenetrabilă, cealaltă redând corpurilor locul. Însă pentru că densitatea este relativă, deci o proprietate despre care ne putem face o reprezentare prin compararea a două corpuri, ne obișnuim destul de repede să admitem o proprietate diferită față de întindere și s-o considerăm pe una independent de cealaltă, deși densitatea ține de premisa necesară a reprezentării noastre despre materie.

Prin această nouă manieră de a privi lucrurile noi vedem corpurile doar ca o parte a spațiului cu o anumită formă și întindere. Deținem astfel cel mai general și abstract punct de vedere prin care le putem observa, pentru că un spațiu întins în care n-am putea cunoaște părți deja formate n-ar fi nimic altceva decât un tablou îndepărtat și neclar, în care totul s-ar estompa în nimic, pentru că n-am putea diferenția nimic. Culoarea și forma, proprietățile permanente ale corpului, chiar dacă mereu modificabile

serveșc bunăoară la desprinderea de fundal, ba mai mult, una din două este deja suficientă. În cazul unei considerări cât se poate de teoretice a corpurilor preferăm de aceea forma în locul culorii, pe de o parte pentru că ne este mai la îndemână datorită capacității de sesizare a simțului văzului și a celui tactil, iar pe de altă parte pentru că forma unui corp este mai ușor imaginabilă fără culoare decât culoarea fără formă; în cele din urmă, și pentru că forma permite o mai ușoară și univocă fixare a elementelor spațiului.

Astfel ajungem să determinăm proprietățile întinderii pur și simplu dinspre formă. Și aceasta este chestiunea geometriei, care pentru simplificarea sarcinii ei consideră mai întâi spațiul limitat unidimensional, apoi ia în considerație două dimensiuni, pentru ca în final să ia în considerare toate trei dimensiunile care constituie esența unui corp inteligibil, deci a unui element spațial, determinabil în oricare privință în limite conceptuale.

În acest fel, spiritul nostru dezbracă succesiv materia de toate proprietățile vizibile, prin abstracții, pentru a cuprinde cu privirea de fapt doar umbra ei. De la bun început vom recunoaște că descoperirile obținute în cursul cercetărilor noastre vor avea întotdeauna un folos semnificativ, atunci când nu este necesar să luăm în considerație densitatea corpurilor, de exemplu atunci când este vorba de studiul mișcării lor, în care ele sunt privite ca elemente ale spațiului, organizate, dinamice și depărtate unele de altele.

Această cercetare a spațiului configurat ne determină să facem un mare număr de combinații, pentru a căror simplificare este necesară inventarea unui mijloc oarecare. Pentru că aceste combinații constau în principal în calculul și în raportarea părților individuale, în funcție de care gândim corpurile geometrice compuse, această cercetare ne conduce degrabă spre aritmetică sau spre știința numerelor, care nu este nimic altceva decât arta de a găsi, pe drumul cel mai scurt, formula pentru o singură și ultimă ecuație, care rezultă din compararea mai multor formule. Diferitele căi pentru compararea acestor relații redau apoi regulile particulare ale aritmeticii.

Meditând în continuare la aceste reguli, cu greu ne vor scăpa unele principii sau caracteristici generale ale relațiilor cu ajutorul cărora, dacă le exprimăm într-o formulă generală, putem determina diferitele lor posibilități combinatorii. Reduse la formule generale, rezultatele acestor combinații sunt într-adevăr doar calcule aritmetice stricte, prezentate în ecuația cea mai simplă și mai scurtă, pe care le permite în genere caracterul lor universal. Știința sau arta de a prezenta relațiile în acest fel poartă numele de algebră. Deși nu este posibil nici un calcul fără cifre și nu este măsurabilă nici o mărime fără întindere (căci fără spațiu nu putem măsura timpul cu exactitate), totuși printr-o abstractizare continuă a reprezentărilor noastre ajungem la componenta fundamentală a matematicii și a tuturor științelor naturii, și anume la teoria generală a mărimilor. Ea formează baza tuturor descoperirilor care sunt posibile în legătură cu cantitatea, adică în legătură cu toate care se pot mări sau micșora.

De aceea îi redăm spațiului configurat, după ce i-am epuizat oarecum proprietățile sale prin cercetări matematice, mai întâi densitatea care determină ființa sa corporală și care, dintre proprietățile sale constatabile, este ultima pe care i-am sustras-o. Această nouă manieră de a privi lucrurile atrage după sine în mod necesar o constatare a influențării reciproce a corpurilor, pentru că acestea acționează unul asupra altuia doar prin impenetrabilitatea lor. Pornind de la acest fapt se deduc legile echilibrului și ale mișcării, care constituie obiectul mecanicii. Ne extindem cercetările chiar și asupra mișcării corpurilor care-și obțin impulsul de la forțe necunoscute sau cauze ale mișcării, atunci când legea de care ascultă aceste forțe se presupune sau trebuie să fie presupusă ca fiind cunoscută.

Un folos la fel de mare i-l oferă cunoștințele matematice în cercetarea corpurilor ce ne înconjoară aici pe Pământ. Toate proprietățile observate la aceste corpuri prezintă corelații mai mult sau mai puțin surprinzătoare. De obicei cunoașterea sau detectarea acestor relații este ultimul obiectiv spre care putem înainta, el

trebuind de aceea să fie și singurul obiectiv. Deci nu pe supoziții nedemonstrate sau arbitrare ne bazăm speranța că vom cunoaște natura, ci pe un studiu ale fenomenelor, gândit până la ultimele consecințe, pe comparații pe care le facem cu acestea, pe arta de a reduce după posibilități un mare număr din acestea la unul singur, admițând în final această singură proprietate ca origine a tuturor. Cu cât principiile unei științe sunt mai limitate numeric, cu atât domeniul de valabilitate al acestora devine într-adevăr mai mare, pentru că atâta vreme cât obiectul unei științe este în mod necesar limitat, teoriile fundamentale referitoare la acesta trebuie să fie la un număr mai mic cu atât mai productive.

Doar algebra, geometria și mecanica, deci ramurile care se ocupă de calculul mărimilor și al proprietăților spațiale generale pot fi în fond recunoscute ca fiind confirmate și demonstrate.“

(D'Alembert: *Introduction à l'Encyclopédie*, 1751, ed. de E. Köhler, Hamburg 1955, Felix Meiner, p.15,33-41.)

Opere: Traité de dynamique (1743); *Traité de l'équilibre et du mouvement des fluides* (1744); *Reflexions sur la cause generale des vents* (1744). *Discours préliminaire* (Einleitung zur Enzyklopädie von 1751, germ. de E. Hirschberg 1912 și de E. Köhler, Hamburg 1955); *Mélanges de littérature, d'histoire et de philosophie* (1752); *Eléments de musique théorique et pratique* (1752); *Recherches sur différents points importants du système du monde* (1754); *Essai sur les éléments de philosophie* (1759).

Scrieri despre J. L. D'A.: D. Diderot, *Le rêve D'Alembert* (1769), prima ediție tipărită 1830); J. Bertrand, *D'Alembert*. (Paris 1889); E. Cassirer, *Die Philosophie der Aufklärung*, 1932; M. Muller, *Essai sur la philosophie de J. D'Alembert*, 1926.

Julien Offray de La Mettrie

(25.12.1709 – 11.11.1751)

„Omul mașină“

Natura mișcării ne este la fel de necunoscută ca și cea a materiei. La fel de mult ne lipsește un mijloc de înțelegere a nașterii mișcării în materie, admițând că nu se dorește reînvierea, prin autorul „istoriei sufletului“, a vechii și neinteligibilei teorii despre „formele substanțiale“. Asupra faptului că nu știu cum anume materia inertă și simplă devine cea activă și compusă a organelor, asupra acestui fapt, deci, sunt la fel de ușor de consolată ca și asupra faptului că nu pot privi direct Soarele fără o sticlă roșie. În aceeași stare de fericire mă aflu și față de alte minuni neînțelese ale naturii, și mă refer aici la producerea senzației și a gândului într-o ființă care cândva se înfățișa privirii noastre limitate doar ca un gunoi.

Dacă se admite faptul că materia organizată este înzestrată cu un principiu de mișcare, care doar el o diferențiază de cea neorganizată (și cine nu ar accepta acest lucru în cazul unor astfel de observații de necontestat?) și că la animale totul depinde de diferențierile acestei organizări, lucru pe care l-am demonstrat mai mult decât suficient, atunci acestea sunt de-ajuns pentru a descoperi enigma substanțelor și cea a omului. Se vede că există de fapt doar o substanță în lume și că omul este expresia ei perfectă. În comparație cu maimuța și cu cele mai inteligente animale el este ceea ce este orologiul planetar al lui Huygens în comparație cu ceasul regelui Julianus. Dacă am avea nevoie de mai multe instrumente, mai multe roțițe și mai multe arcuri pentru a arăta mișcarea planetelor decât pentru a arăta orele și a le repeta, dacă Vaucanson ar fi fost obligat să aibă mai multă îndemânare artistică pentru a realiza lucrarea ce-l reprezintă pe cântărețul cu flautul decât pentru a realiza o rață, el ar fi fost nevoit să investească și mai multă artă pentru a crea un „vorbitor“; o astfel de mașină nu trebuie privită ca fiind imposibilă, mai ales când e vorba de mâinile unui nou Prometeu.

Era la fel de necesar ca natura să folosească mai multă artă și tehnică pentru a realiza și întreține o mașină care timp de un secol să prezinte toate mișcărilor inimii și ale spiritului; căci chiar dacă nu se pot număra orele cu ajutorul pulsului, acesta este totuși un indicator pentru căldura și intensitatea care spun ceva despre natura sufletului. Cu siguranță nu mă înșel: corpul uman este un orologiu, dar unul uimitor, realizat cu atâta artă și dibăcie, încât atunci când secundarul se oprește, minutarul își continuă mersul, la fel și mecanismul sfertului de ceas și toate celelalte își continuă mișcarea, atunci când primele au ruginit sau sunt stricate, întrerupându-și mersul. Constituie un fapt că obturarea unor vase de sânge nu este suficientă pentru a distruge sau a întrerupe baza tuturor mișcărilor, care se află în inimă ca în partea de antrenare a mașinii; dimpotrivă, lichidele al căror volum este diminuat au de făcut un drum mai scurt și-l parcurg cu atât mai rapid; în plus ele sunt luate ca de un flux suplimentar în același raport cu care forța inimii se mărește prin rezistența de la extremitatea vaselor sangvine. Dacă printr-o singură apăsare asupra nervului optic acesta nu mai permite imaginii obiectelor să treacă prin el, de ce pierderea văzului ar împiedica astfel folosirea auzului, sau pierderea acestui simț prin anularea funcției lui Portio mollis ar avea drept premisă și pierderea văzului? Nu se întâmplă însă ca unul să înțeleagă fără a putea imita ceea ce înțelege (mai ales dacă a trecut abia câțva timp după un accident cerebral), iar altul, care nu pricepe nimic, ai cărui nervi ai limbii sunt însă neafecțați în creier, să povestească ca o mașină toate visele care îi trec prin cap? Astfel de fenomene nu pot surprinde defel un medic luminat. El știe la ce se poate aștepta atunci când e vorba de natura omului; în treacăt fie spus, dintre doi medici, cel care are cunoștințe despre fizica și mecanica organismului uman și lasă la o parte sufletul și toate îngrijorările care umplu fantasmelor nebunilor și ale neștiutorilor, îngrijindu-se numai de științele pure ale naturii este, după opinia mea, mai bun și mai de încredere. (La Mettrie, *Omul mașină*, p.57 și urm. (1748). Traducere, cuvânt înainte și note de Max Brahn, Leipzig 1909).

Wilhelm Ostwald**(2.9.1853- 4.4.1932)***„Prelegeri despre filosofia naturii“*

Numele de filosofie a naturii, prin care am încercat să denumesc conținutul discuției noastre ce va urma, nu sună prea plăcut. El amintește de o mișcare spirituală care în urmă cu o sută de ani domina în Germania; în fruntea ei era filosoful Schelling, care prin forța personalității sale câștigase deja de foarte tânăr o influență extraordinară, determinând în mare măsură modul de gândire al contemporanilor săi. Dar această influență se întindea doar asupra conașionalilor lui Schelling, germanii, și cel mult asupra scandinavilor; Anglia și Franța au avut o atitudine de refuz complet față de „Filosofia naturii“.

Nici dominația în Germania n-a fost atât de mare; necontestată a rămas cel mult douăzeci de ani. În special cercetătorii în domeniul naturii, cărora le era dedicată în primul rând filosofia naturii, s-au dezis complet de ea destul de repede, iar condamnarea pe care a aflat-o mai târziu a fost la fel de vehementă cum fusese mai devreme ridicarea ei în slăvi. Pentru a oferi o imagine despre reacțiile pe care le-a stârnit în adepții lor de mai înainte trebuie doar să ne amintim de cuvintele lui Liebig, cu care el și-e descris digresiunea lui în domeniul filosofiei naturii: „Vai, am traversat această perioadă atât de bogată în cuvinte și idei, atât de săracă în cunoștințe adevărate și studii temeinice, ea mi-a furat doi ani prețioși din viața mea; nu pot să descriu spaima și groaza care m-au cuprins atunci când m-am trezit din acest vârtej“.

În cazul unui astfel de efect, creat de filosofia naturii asupra propriilor discipoli, nu trebuie să ne mirăm că această manieră de gândire a dispărut definitiv și destul de repede din cercurile cercetătorilor naturii. Ea a fost înlocuită de concepția mecanicist-materialistă despre lume, care se dezvoltase în aceeași perioadă în Anglia și Franța. Datorită părerii eronate a discipolilor săi, părere

conform căreia această concepție ar fi o reprezentare a realității lipsită de ipoteze, această turnură spirituală a generat o aversiune pronunțată față de alte considerații cu caracter general. Acestea erau stigmatizate ca fiind „speculative”; chiar și astăzi încă această denumire este resimțită în cercurile științelor naturii ca un cuvânt de ocară. Este instructiv în acest caz să remarcăm că aversiunea nu se îndrepta în fond împotriva observațiilor speculative în general, ci numai împotriva acelor care nu făceau parte din cercul de opinii al filosofiei mecaniciste; cele din urmă n-au fost considerate speculative, căci nu venise timpul să fie diferențiate de rezultatele științifice nemijlocite. Orice manieră de gândire antifilosofică era, cel puțin subiectiv, extrem de sincer enunțată și recepționată.

Faptul că filosofia naturii a pierdut teren atât de repede și de temeinic în fața materialismului își avea cauza pur și simplu în rezultatele practice. În timp ce filosofii germani naturaliști cugetau și scriau exhaustiv despre fenomenele naturii, reprezentanții celeilalte direcții calculau și experimentau, fiind în stare să prezinte curând o multitudine de rezultate concrete, prin care s-a realizat în principal dezvoltarea extraordinar de rapidă a științelor naturii în secolul al XIX-lea. Acestei dovezi palpabile de superioritate, filosofii naturaliști n-au putut să-i opună ceva echivalent. Chiar dacă nici ei nu duceau lipsă de descoperiri, totuși, după descrierile lui Liebig, balastul adiacent de cuvinte și idei sterpe era atât de mare încât promovarea propriu-zisă a științelor a dispărut.

Astfel, perioada filosofiei naturii este cunoscută ca o perioadă de adâncă decădere a științelor germane ale naturii, motiv pentru care o întreprindere îndrăznească pentru un cercetător al secolului XX din domeniul științelor naturii pare să fie aceea de a vrea să navigheze sub acest pavilion rău famat.

Acum, desigur, s-ar putea acorda denumirii de filosof al naturii încă o semnificație. În analogie cu denumirile de medic naturist, cântăreț al naturii ș.a.m.d., prin filosof al naturii se poate înțelege un om care face lucruri pe care nu le-a învățat. Dar și în fața unei

astfel de interpretări aş fi dezarmat. Pentru că eu sunt de meserie cercetător în domeniul ştiinţelor naturii, chimist şi fizician, şi n-am voie să numesc filosofia o ştiinţă pe care am studiat-o în sens convenţional. Chiar şi studiul „sălbatic“ al filosofiei, pe care l-am făcut prin citirea asiduă a scrierilor filosofice, a fost atât de nesistematic încât n-aveam voie să-l consider cumva un înlocuitor cât de cât suficient al unui studiu regulat. Ca scuză a încercării mele invoc doar faptul că şi cercetătorul din ştiinţele naturii atunci când îşi practică ştiinţa ajunge invariabil la întrebări pe care filosoful le prelucrează. Operaţiunile spirituale prin care o lucrare în acest domeniu este structurată şi dusă la bun sfârşit nu diferă în esenţa lor de cele a căror realizare este cercetată şi predată de filosofie. Conştiinţa acestei relaţii a fost periodic umbrită în cea de-a doua jumătate a secolului al XIX-lea; dar tocmai în zilele noastre ea a ajuns să aibă cea mai vie influenţă, spiritele încercând pretutindeni în sfera ştiinţelor naturii să-şi aducă contribuţia la cunoaşterea filosofică de ansamblu.

Epoca noastră este astfel pregătită să cunoască o nouă dezvoltare a filosofiei naturii în ambele sensuri, marele număr de auditori care s-au regăsit astăzi sub acest semn fiind o dovadă a faptului că în alcătuirea celor două noţiuni, natură şi filosofie, există ceva atrăgător, că toţi resimţim aici o problemă a cărei soluţionare o considerăm importantă.

Oricum, filosofia unui cercetător din domeniul naturii nu va putea să ridice pretenţia de a fi considerată un sistem filosofic încheiat şi nivelat. Producerea unor astfel de sisteme trebuie s-o lăşăm la îndemâna filosofilor de specialitate. Noi suntem conştienţi că din munca noastră se poate ridica în cel mai bun caz un edificiu, a cărui manieră de construcţie şi decoraţiune interioară permite recunoaşterea sferei de concepţii şi a modului de gândire care provin din preocuparea noastră cotidiană privind anumite grupuri de fenomene naturale. Ținând seama de acest stil personal şi profesional, trebuie să vă rog să receptaţi şi să ţineţi seama de ceea ce vă ofer, fiecare dintre dumneavoastră fiind invitat să

extragă și să adauge de aici ceea ce-și dorește sau i se pare necesar. (Introducere, pp.1)

Timpul, spațiul, substanța

Avem deci de-a face cu două grupuri de motive diferite, din care unul sprijină atașamentul față de realitatea lucrurilor, așa cum ne apar nouă, celălalt desprinderea de această opinie. Dacă această contradicție existentă aici se va dizolva, va fi necesară în acest sens dovada că în cazul ambelor opinii avem de-a face cu incompletitudini, a căror rezolvare va aduce unificarea. Aceste incompletitudini vor trebui, evident, căutate în delimitarea pe ambele laturi a noțiunii de substanță.

Substanța fizicii și a chimiei secolului al XIX-lea poartă numele special de *materie*. Aceasta a rămas, așa-zicând, ca un reziduu după evaporare, după ce multe din substanțele secolului al XVIII-lea, în special agentul termic, materiile electrice și magnetice, lumina și încă multe altele și-au pierdut de-a lungul timpului caracterul lor de substanță, fiind nevoite să ducă, sub formă de „forțe“, o existență mai mult spirituală. Ceea ce se înțelege în momentul de față prin materie nu poate fi constatat foarte lesne într-un mod neechivoc; căci dacă se încearcă formularea anumitor definiții, atunci se află că de obicei cunoașterea acestei noțiuni este deja presupusă, materia fiind considerată drept ceva de la sine înțeles.

Între timp, datele conținute în manualele de fizică privind proprietățile materiei ne vor crea posibilitatea unei delimitări aproximative a acestei noțiuni. Dacă recurgem la acestea, descoperim de asemenea urmele unei evoluții. În timp ce manualele mai vechi sunt extrem de sigure în acest sens, la cele mai noi se vede înclinația de a ocoli aceste întrebări considerate dubioase și nesigure și de a nu le explica absolut deloc. În concluzie se pot spune însă următoarele:

Întreaga materie are o anumită cantitate; cantitatea materiei a primit de obicei numele de *masă*. În plus, materiei îi revin anumite

diferențieri calitative, care pot fi reduse la existența a 70 până la 80 de elemente, care nu sunt transformabile unele în altele. Mai departe, materia are o *întindere în spațiu* și o *delimitare a formei*; dar numai în anumite cazuri (la substanțele solide) cea din urmă este dependentă de însăși materia luată în considerație, în celelalte ea fiind determinată de mediul înconjurător. Apoi materiei i se atribuie *impenetrabilitatea*, adică două fragmente diferite de materie nu pot fi simultan în același spațiu. În sfârșit, materia este caracterizată ca *indestructibilă*.

De aceste proprietăți *esențiale* ale materiei se disting proprietățile *generale*, care și ele se găsesc la întreaga materie, dar nu aparțin esențialmente noțiunii acesteia. Aici trebuie reținută *inerția* sau capacitatea de a-și menține o stare de mișcare existentă, *greutatea*, *divizibilitatea* și *porozitatea*. În schimb nu se știe care dintre aceste proprietăți sunt esențiale și care sunt doar generale; de multe ori diferențierea dintre cele două grupe nici nu se face.

Situația științifică care se vede aici nu poate fi denumită altfel decât ca fiind satisfăcătoare. Dacă vă amintiți de primele ore în care ați fost familiarizați cu noțiunile de bază ale fizicii, atunci vă veți aminti și de senzația difuză care v-a cuprins în timpul încercărilor de a vă imagina ceva concret în cazul acestor explicații, senzație care este caracterizată destul de nimerit prin expresia „ți se învârt capul”¹. Am respirat cu toții ușurați, inclusiv profesorul, când am putut să ne detașăm de aceste considerații, îndreptându-ne către ceva real cum este pârgă, mașina Atwood.

Ceea ce se încearcă prin aceste definiții pare a fi stabilirea și excluderea unui șir de particularități generale care sunt caracteristice lucrurilor lumii exterioare. Vechea noțiune de substanță căuta să cuprindă tot ce este fizic. Prin cerința delimitării precise și a palpabilității, care erau legate din ce în ce mai mult de noțiunea de substanță, în special însă și prin cerința indestructibilității, a apărut limitarea ilustrată mai sus la obiectele înzestrate cu masă și greutate (în înțeles mecanic). Prin aceasta însă sunt excluse

¹ „Mühlrad im Kopfe” (n.tr.)

numeroase fenomene importante, ca de exemplu cele ale luminii și ale electricității. Ele acționează aparent în spațiul gol, fără materie, de la stele și Soare la Pământ, fără ca între timp să se alipească de ceva material.

Desigur, s-a încercat să se umple imensul gol existent prin admiterea unei materii imateriale, adică a uneia care nu deține proprietățile arătate mai sus, putând servi în schimb ca purtător al altor proprietăți sau stări, a așa-numitului *eter*; în manuale și anuare fizica materiei e tratată separat de fizica eterului. Dar, cu siguranță, aici nu poate fi vorba decât de o soluție de moment. Pentru că toate încercările de a formula în conformitate cu o lege proprietățile eterului prin analogie cu proprietățile cunoscute ale materiei au dus la contradicții insolubile. Astfel, supoziția că există eterul se menține totuși în știință, nu pentru că asigură o ilustrare satisfăcătoare a faptelor, ci mai ales pentru că nu se încearcă sau nu se știe ce altceva mai bun poate fi pus în locul ei.

Dacă ne propunem, ca temă, ca pe drumul pe care am ajuns până aici să găsim și o reprezentare curată și coerentă a raporturilor lumii exterioare, va trebui atunci să modelăm mai ales noțiunea de substanță într-o relație cât mai precisă și lipsită de prejudecăți cu experiența, pentru că ea își propune într-adevăr să găsească acel lucru care deține calitatea conservării sau a existenței continue; iar dacă există mai multe noțiuni de acest fel, trebuie atunci s-o desemnăm dintre acestea pe cea care formează caracteristica niciodată absentă a tuturor lucrurilor exterioare.

De când a fost descoperită la sfârșitul secolului al XVIII-lea legea privind *constanța greutății totale* în cazul proceselor chimice și fizice de orice fel, limbajul obișnuit a decis să numească substanță sau materie doar lucrurile *ponderabile*. Dar substanțele ponderabile nu sunt nicidecum singurele obiecte care se păstrează în toate situațiile cunoscute. Există, de exemplu în mecanică, o anumită mărime, care se cheamă mărime de mișcare (impuls); ea depinde de mase și de viteze și are de asemenea proprietatea conservării. Ca și în privința greutății substanțelor ponderabile nu

se prea cunoaște vreun procedeu prin care impulsul unei formațiuni date ar putea fi modificat.

Acesta poate fi modificat lăsând alte mase înzestrate cu viteze să se adauge la cele cunoscute până acum. Deoarece însă masele nu pot să fie create sau distruse, această aparentă excepție se bazează doar pe faptul că impulsul (mărimea de mișcare) a formațiunii a fost generat fără a lua în considerație masa care s-a adăugat mai târziu. Dacă este luată în seamă de la bun început, atunci legea privind conservarea impulsului rămâne în vigoare, iar excepții nu sunt cunoscute.

Aceeași proprietate a conservării sau a indestructibilității și a incapacității de a fi creată le mai revine și diferitor altor mărimi imponderabile cunoscute din fizică. Un exemplu este *cantitatea de electricitate* care, la fel, dacă se însumează cantitățile pozitive și negative, ținând seama de semn, nu pot fi modificate prin nici un procedeu cunoscut; pentru că se produc întotdeauna cantități identice de electricitate pozitivă și negativă, a căror sumă este zero, neputând deci modifica suma totală existentă.

În sfârșit, mai există o mărime care poartă denumirea de *lucru* sau *energie* și a cărei conservare este (într-un anume sens) cunoscută și recunoscută de la mijlocul secolului al XIX-lea. Ea se adaugă deci obiectelor indestructibile și necreabile.

Dacă le verificăm pe acestea, dar și pe celelalte mărimi supuse legii conservării, obținem următoarele: cu excepția energiei, toate celelalte noțiuni ale căror mărimi sunt supuse legii conservării își găsesc aplicabilitate doar într-o sferă limitată a fenomenelor naturale. *Numai energia se regăsește fără excepție în toate fenomenele cunoscute ale naturii*, sau cu alte cuvinte: *toate fenomenele naturale pot fi incluse în noțiunea de energie*. Această noțiune este indicată mai ales ca soluție completă la problema ridicată de noțiunea de substanță, dar nesoluționată îndeajuns prin noțiunea de materie.

Energia însă nu este prezentă doar în cazul tuturor fenomenelor naturale, ea este totodată *determinantă pentru toate*.

Orice fenomen, fără excepție, poate fi reprezentat sau descris exact și exhaustiv prin aceea că se indică care din energii suportă modificări temporale și spațiale. Invers, la întrebarea în ce condiții are loc în genere un fenomen, sau în ce condiții se întâmplă ceva, se poate da un răspuns general care se sprijină pe comportamentul energiilor existente. Deci și cea de-a doua latură, necesară pentru noțiunea universală a lucrurilor exterioare, este regăsită în cazul energiei. Se poate spune realmente: *tot ce știm despre lumea de afară putem prezenta prin forma unor enunțuri despre energia existentă*, noțiunea de energie dovedindu-se sub toate aspectele noțiunea universală pe care știința a creat-o până astăzi. (pp.148)

Conștiința

De procesele impresiilor și senzațiilor generate de influența energiei externe, pe care putem să le percepem ca o formare de energie nervoasă pe cheltuiala energiei externe, se pot lega două efecte. Pe de o parte, senzațiile generează nemijlocit o reacție, astfel încât survine o *acțiune* în sensul cel mai general, deci o prestare de energie a organismului spre exterior, pe de altă parte se mai interpun transformări ale energiilor nervoase, dezvoltate în prealabil, sub alte forme ale aceleiași energii. Pentru că și declanșarea unei acțiuni se bazează de obicei pe o transformare survenită între timp, acesta este fenomenul mai general, care va fi discutat mai întâi.

Transformarea energiei nervoase generată în organul senzorial are loc foarte probabil în acele organe care au fost denumite *celule ganglionare*, și care se află întotdeauna la una din extremitățile unui nerv. Procesul ce are loc aici nu trebuie privit ca pură transformare de energie, căci are caracterul unei *declanșări relative*. Cu alte cuvinte putem spune că energia nervoasă survenită este utilizată în scopul transformării într-o nouă energie nervoasă a rezervelor existente de energie, probabil de natură chimică, prin activarea unui proces de declanșare a cărui sumă se poate afla într-un raport extrem de variat față de suma energiei rezultate, în

funcție de structura transformatorului. Aici intervine faptul, amintit adeseori, al *obișnuinței*: cu cât este necesară mai puțină energie declanșatoare pentru realizarea unei cantități date de energie rezultată, cu atât mai des s-a desfășurat în structura respectivă un proces identic sau asemănător.

Această energie nervoasă nou formată fie trece în organul central, fie ia calea către organele în care corpul dezvoltă o energie ce se exteriorizează. În primul caz se naște conștiința, în al doilea o acțiune inconștientă sau un *reflex*. Această interpretare a proceselor nervoase a fost explicată atât de convingător prin diagnosticele anatomice și fiziologice încât putem s-o considerăm corectă.

În funcție de acestea vă propun să percepeți conștiința ca proprietatea unui anumit tip de energie nervoasă, și anume a celei care este activată în organul central. Problema că nu orice energie nervoasă generează conștiință pare a rezulta indubitabil prin faptul că după eliminarea conștiinței în timpul somnului, prin anestezie sau narcoză, un mare număr de organe nervoase continuă să lucreze, și anume toate cele care reglează procesele involuntare ale corpului, cum ar fi bătăile inimii, respirația, digestia, secreția glandulară, fără a fi perturbate de absența conștiinței. De asemenea, în astfel de stări se execută adeseori corect anumite acțiuni, care de obicei sunt declanșate conștient și voluntar.

În ce fel să considerăm conștiința și energia nervoasă ca fiind unite? Mie mi se pare că această legătură trebuie gândită cât mai strâns, și sunt dispus să admit conștiința de asemenea ca o caracteristică esențială a energiei nervoase a organului central, așa cum de exemplu configurația spațială este o caracteristică esențială a energiei mecanice, iar cea temporală una a energiei cinetice. Acestea devin mai clare dacă ne aducem aminte de punctul de pornire al considerațiilor noastre. Conform acestuia, întreaga noastră cunoaștere a lumii exterioare provine de la procesele care au loc în conștiința noastră. Din componentele comune ale acestei experiențe, *noțiunea de energie* s-a dovedit a fi cea mai generală,

iar în funcție de natura acestor experiențe și a relațiilor lor reciproce am diferențiat diferitele tipuri de energie care se transformă unele în altele. De aceea vom proceda consecvent numai dacă legăm sursa tuturor acestor conținuturi, conștiința noastră însăși, de această noțiune generală, spunând împreună cu Kant: toate reprezentările noastre despre lumea exterioară sunt subiective în măsura în care percepem doar acele acțiuni care corespund structurii conștiinței noastre. Faptul că toate evenimentele exterioare pot fi reprezentate ca procese interenergetice, își află explicația cea mai simplă *atunci când tocmai procesele conștiinței noastre sunt energetice, acestea imprimând structura lor tuturor experiențelor exterioare.*

Pentru această idee nu doresc de la dumneavoastră vreun angajament mai mare decât s-o acceptați ca o încercare de a ajunge la o concepție unitară despre lume. Ea trebuie considerată deocamdată un început, așa cum trebuie făcut întotdeauna când avem de-a face sau cu soluționarea mentală a unui nou domeniu sau cu o nouă cale în scopul rezolvării celei vechi. Examenul experimental la care este supusă o astfel de idee constă în dezvoltarea tuturor consecințelor sale și în compararea faptelor cunoscute cu acestea.

Nu mai că toți psihologii sunt de acord asupra faptului că procesele energetice însoțesc toate procesele spirituale, mai ales cele conștiente, și că toată gândirea, simțirea și vrerea determină un consum de energie. Dar în scopul înțelegerii acestui fapt ne-am mulțumit cu teoria *paralelismului psiho-fizic*. Acesta, în forma sa mai veche dată de Spinoza spune că procesele spirituale și fizice ar fi laturi diferite ale aceleiași întâmplări faptice; iar în funcție de felul în care privim substanța, în funcție de întindere (de elementul fizic) sau de gândire (de elementul psihic), se obține unul sau altul din fenomene. Noua teorie despre paralelismul psihico-fizic recuză această concepție ca neștiințifică și introduce în schimb un paralelism de două șiruri cauzale existente alăturat dar care, din cauza incomparabilității elementelor lor, nu sunt niciodată direct

întrepătrunse. Îmi este greu să descopăr între acest principiu și cel a lui Leibniz al armoniei prestabilite o altă diferență decât aceea creată prin alăturarea noțiunii ipotetice a monadei la Leibniz și a materiei în modernism. Totodată reprezentanții acestei concepții recunosc că în cadrul acestei alăturări sălășluiește ceva nesatisfăcător, ceva ce trebuie înlăturat de munca progresivă a spiritului uman. Că ideea unificatoare ar fi de găsit *numai* în domeniul metafizicii trecând în mod necesar dincolo de științele naturii, cărora le aparțin atât fiziologia cât și psihologia, nu prea poate fi gândită ca o afirmație probabilă în contextul progresului științei în genere. Însă timpul l-a nedreptățit pe cel care a afirmat imposibilitatea vreunui progres în sensul unei evoluții constante.

Dacă încerci să dai socoteală despre cum a luat naștere această idee dificilă a paralelismului independent, obții una din sursele *materialismului mecanicist*. Deja Leibniz a observat limpede această corelație; în vremurile noastre Du Bois-Reymond a relevat limpede starea aceasta de fapt prin al său „ignorabimus“. Leibniz atrage atenția asupra faptului că dacă ne imaginăm un creier omenesc, prin respectarea tuturor raporturilor, atât de mare încât să privim și să ne plimbăm înăuntrul său, „ca într-o moară“, cunoscând complet toate mecanismele atomilor cerebrali, am vedea totuși doar atomi în mișcare și nimic din ideile care corespund acestor mișcări. Lucruri asemănătoare dezvoltă Du Bois-Reymond în discursul său despre limitele cunoașterii naturii. Prin faptul că desemnează cunoașterea maselor, vitezelor, pozițiilor și forțelor moleculelor cerebrale ca fiind o cunoaștere astronomică a acestora, el spune: „În ceea ce privește procesele spirituale înseși, se arată că ne-ar fi la fel de incomprehensibile în cazul cunoașterii astronomice a organului sufletului, ca acum. Având cunoașterea lor, noi am sta și astăzi în fața lor ca în fața a ceva nemijlocit. Cunoașterea astronomică a creierului, cea mai înaltă pe care o putem dobândi despre acesta, nu ne dezvăluie nimic altceva decât materie în mișcare. Însă prin nici un fel de aranjament imaginat și

prin nici o mișcare a particulelor materiale nu se poate ridica o punte spre împărăția conștiinței.”

Nu cunosc nici o dovadă mai convingătoare pentru valoarea filosofică a concepției energetice despre lume decât faptul că această veche problemă își pierde toată grozăvia în lumina acestora. Pentru că dificultatea provine numai din faptul că atât Leibniz cât și Du Bois-Reymond fac supoziția, împreună cu Descartes în privința lumii fizice, că aceasta nu s-ar compune din nimic altceva decât din materie în mișcare. Evident că într-o astfel de lume ideea nu poate ocupa nici un loc. Noi, cei care privim energia ca ultimă realitate, nu resimțim nimic în privința unor astfel de imposibilități. Am văzut că acțiunea sistemului nervos poate fi redusă fără contradicție la procesele energetice și am văzut că procesele nervoase legate de conștiință se leagă mereu de cele inconștiente. Mi-am dat cea mai mare silință să găsesc vreo absurditate sau imposibilitate în prezumția că anumite tipuri de energie fac necesară prezența conștiinței: n-am reușit să descopăr ceva de genul acesta. Prin cercetarea celor mai importante fenomene ale conștiinței ne vom convinge curând atât că energia cinetică presupune *mișcare*, dar și că energia sistemului nervos central presupune *conștiință*.

În același timp recunoaștem că energia combinată cu conștiință este tipul de energie superior și cel mai rar pe care îl cunoaștem. Ea se naște numai în organele special dezvoltate; chiar și creierul diferiților oameni prezintă diferențieri majore în ceea ce privește cantitatea și eficiența acestui tip de energie. Nu trebuie să ne mire că asemenea energie se naște numai în condiții speciale. Pentru realizarea energiei electrice prin presiune, chiar și printre numeroasele cristale, doar relativ puține dețin proprietatea de a o face, și anume doar cele în care apar axe unilaterale. Iar radiațiile uraniului și a câtorva alte elemente, cercetate în epoca noastră, sunt producții de energie ale căror apariție este mai rară și ale căror condiții de generare sunt mai limitate.

Încă un gând dificil îl eludăm pe aceeași cale. Dacă în om, împreună cu „materia“ creierului său, există, empiric vorbind, și spirit, atunci nu înțelegem de ce nu toată materia include și spirit. Pentru că elementele din creier: carbon, hidrogen, oxigen, azot și fosfor nu sunt altele decât cele care apar pretutindeni în lume; datorită metabolismului ele sunt perpetuu înlocuite de altele, a căror proveniență este aleatorie pentru efectul lor din interiorul creierului. Deci dacă spiritul este o proprietate sau o acțiune a substanței din creier, atunci această însușire (proprietate), conform legii conservării substanței, trebuie în orice condiții să le fie atribuită atomilor pe care mecanica îi presupune, iar piatra, masa și țigara sunt însuflețite, la fel ca și copacul, animalul și omul. Într-adevăr, dacă se admite premisa, această idee se impune atât de stringent, încât în literatura filosofică mai recentă ea este recomandată ca fiind corectă sau cel puțin convenabilă, sau se emite pentru evitarea ei un dualism decis și inextricabil dintre spirit și materie.

Și această dificultate dispare în fața energeticii. În timp ce materia urmează legea conservării elementelor astfel încât cantitatea existentă într-un spațiu limitat de oxigen, azot ș.a.m.d. – în stare legată sau nelegată – nu poate fi modificată prin nici un procedeu cunoscut, în general este posibil să transformi o cantitate de energie dată în alta, fără ca din cea dintâi să rămână vreun rest cuantificabil. Experiența nu contravine deci în nici un fel ideii că tipuri speciale de energie necesită și raporturi pentru a lua ființă și că anumite cantități ale acestora pot dispărea complet prin transformare în alte forme. Acesta este cazul cu energia spirituală, adică a energiei nervoase conștiente și inconștiente.

Dacă astfel se recomandă concepția energetică a spiritului prin eliminarea unor dificultăți mari, a căror înlăturare a provocat acuitatea spirituală a mai multe secole, ne mai rămâne sarcina importantă de a verifica dacă și proprietățile activității spirituale conștiente pot fi integrate fără contradicție în cadrul energeticii. Eu cred că și la această întrebare se poate răspunde prin da.

Avansează ideea că aici este vorba doar de o părere preliminară; decizia științifică a chestiunii va mai solicita un volum considerabil de muncă asiduă, de cea mai mare dificultate.

Teoria mai recentă despre paralelismul psihofizic pleacă de la premisa că fiecărui eveniment spiritual i se atribuie sau îi corespunde unul fizic, iar în măsura în care în genere s-a putut verifica această prezumție ea a fost confirmată. De asemenea materialistii presupun că spiritul ar fi doar un efect al materiei, iar în sprijinul acestei foarte răspândite concepții despre lume se prezintă un număr mare de fapte experimentale. Energetica poate mobiliza ambele tabere în favoarea ei, pentru că „eveniment fizic” și „efect al materiei” nu înseamnă în sensul nostru nimic altceva decât transformare de energie. Diferența constă doar în supoziția de nesusținut că materia ar fi o ultimă noțiune a realității. Dacă aceasta se îndepărtează, atunci frontul se schimbă, iar toate dovezile adunate de ambele tabere servesc interesului concepției energetice. (pp. 329)

(Wilhelm Oswald, *Prelegeri despre filosofia naturii*, ținute în vara lui 1901 la Universitatea din Leipzig, Leipzig 1902.)

Opere: Lehrbuch d. allgem. Chemie, 2 vol., ed. a 12-a 1910/1911; *Die Überwindung des wissenschaftlichen Materialismus*, 1895; *Vorlesungen über Naturphilosophie*, 1902, ed. a 5-a, 1923, *Moderne Naturphilosophie*; *Die Harmonie der Farben*, ed. a 5-a, 1923; *Lebenslinien*, 3 vol., ed. a 2-a 1932/1933.

Scieri despre W.O.: V. Delbos, W.O. et sa philosophie. 1916; F. Überweg, in *Grundriß der Geschichte der Philosophie*, vol. 4, ed. a 13-a, 1951; A. Mittasch, *W.O.'s Auslösungslehre*, 1951; G. Ostwald, *W.O., mein Vater*, 1953.

III. CRIZA CONCEPȚIEI MATERIALIST-MECANICISTE

În primele părți ale anexei au fost relevate începuturile gândirii specifice științelor naturii precum și formarea concepției materialist-mecaniciste, prin citate cuprinzătoare din operele autorilor clasici, autori care au fost concomitent inițiatorii și promotorii acestei dezvoltări. Pentru această a treia parte ne vom rezuma, din motive de spațiu, la un extras mai mare din scrierile lui Louis de Broglie: acesta ilustrează exemplar cauzele crizei gândirii materialist-mecaniciste.

Drept puncte va servi introducerea la „Principiile mecanicii” (1876) a lui Heinrich Hertz (1857-1894). Aici se clarifică cum fizica începe din nou să realizeze că este în fond o știință a naturii, *ale cărei afirmații privind domeniile limitate ale naturii au, de asemenea, doar o valabilitate limitată corespunzătoare, și că ea nu este o filosofie care dezvoltă un Weltanschauung despre natură în totalitatea ei sau despre esența lucrurilor*. Hertz spune că afirmațiile fizicii n-au nici sarcina, nici capacitatea să dezvăluie esența fenomenelor naturii așa cum sunt ele în sine. El constată că determinările fizicii sunt doar reprezentări, iar în privința concordanței lor cu obiectele naturii putem face vreo afirmație doar într-o anumită situație: și anume atunci când concluziile derivabile *logic* ale reprezentărilor noastre concordă cu urmările, *empiric* observabile, ale fenomenelor pentru care emitem aceste reprezentări. Cu alte cuvinte: reprezentările ipotetice ale unui context causal, prin care ne apropiem de fenomenele naturii, trebuie să fie aplicabile în experiența empirică. Criteriile, cu ajutorul cărora putem constata utilitatea reprezentărilor, sunt următoarele trei: 1. ele trebuie să fie *admisibile*, deci să corespundă limitelor gândirii noastre; 2. trebuie să fie *corecte*, deci trebuie să concorde cu experiența exterioară; 3. trebuie să fie *utile*, adică trebuie să conțină cât mai puține relații inutile sau vide ale obiectului.

Aici se sugerează, deja, judecata esențială a fizicii moderne pe care Eddington a formulat-o, cu o conciziune impresionantă, prin următoarea propoziție: „Am constatat că acolo unde știința a pătruns cel mai adânc, spiritul a recâștigat din natură doar ceea ce tot el i-a atribuit. Pe țărmurile necunoscutului am descoperit o urmă ciudată. Am

născocit una după alta teorii profunde pentru a le lămuri originea. În sfârșit am reușit să reconstruim esența care a generat urma. Și stupoare! Aceasta este chiar a noastră înșine.“

Heinrich Hertz

(22.2.1857-1.1.1894)

Introducere la „Principiile mecanicii“

Următoarea și într-un anume sens cea mai importantă sarcină a cunoașterii noastre conștiente a naturii este calitatea ei de a ne face capabili să prevedem evenimentele viitoare, pentru a ne configura acțiunea prezentă în funcție de această previziune. Ca temei pentru soluționarea acestei sarcini de cunoaștere utilizăm în orice circumstanțe experiențele premergătoare, dobândite prin observații întâmplătoare sau prin încercări intenționate. Procedeu de care ne servim însă pentru deducerea celor viitoare din cele trecute și, prin aceasta, pentru obținerea previziunii dorite este următorul: ne creăm ficțiuni interioare sau simboluri despre obiectele exterioare și le facem în așa fel încât consecințele ideatice necesare ale reprezentărilor să fie la rândul lor întotdeauna reprezentări ale consecințelor necesare în natură privind obiectele ilustrate. Pentru ca această cerință să poată fi în genere îndeplinită trebuie să existe anumite concordanțe între natură și spiritul nostru. Experiența ne învață că cerința poate fi îndeplinită și că astfel de concordanțe există în fapt. Dacă am reușit, o dată, ca din experiența acumulată până acum să deducem reprezentări în configurarea cerută, atunci putem să dezvoltăm pe schema dată, ca pe niște modele, în scurt timp, cauzele care vor apărea în lumea din afară abia după mai mult timp, ca o consecință a intervenției noastre proprii; astfel avem capacitatea de a o lua înaintea evenimentelor, iar pe baza înțelegerii dobândite ne putem orienta deciziile prezente. Imaginile despre care vorbim constituie reprezentările noastre despre lucruri; ele au în comun cu lucrurile acea *unică* concordanță esențială, care constă în îndeplinirea cerințelor numite, dar pentru scopul lor nu este necesar să mai dețină și vreo altă

concordanță cu lucrurile. Și, într-adevăr, nici nu știm și nici nu avem vreun mijloc de a afla dacă reprezentările noastre despre lucruri concordă cu indiferent ce altceva decât doar cu acea *unică* relație fundamentală.

Imaginile pe care vrem să ni le facem despre lucruri sunt fără echivoc, neinfluențate de cerința conform căreia urmările imaginilor sunt la rândul lor imaginile urmărilor. Sunt posibile diverse reprezentări ale acelorași obiecte, iar aceste reprezentări se pot diferenția în funcție de direcții diferite. De la bun început trebuie să numim inadmisibile genul de reprezentări care poartă deja în sine o esențială contradicție cu legile gândirii noastre; și cerem, pentru început, ca toate reprezentările noastre să fie logic admisibile sau, pe scurt, admisibile. Numim incorecte reprezentări admisibile atunci când relațiile lor esențiale contravin relațiilor lucrurilor exterioare, adică atunci când nu satisfac acea primă cerință fundamentală. Solicităm, deci, în al doilea rând, ca reprezentările noastre să fie corecte. Dar două reprezentări admisibile și corecte privind aceleași obiecte exterioare se mai pot diferenția în funcție de oportunitate. Dintre două reprezentări ale aceluiași obiect va fi mai oportună cea care produce mai multe relații esențiale ale obiectului decât cealaltă, și atunci putem spune că aceasta ar fi mai clară. În cazul aceleiași clarități între două reprezentări va fi mai utilă aceea care pe lângă trăsăturile esențiale conține un număr mai mic de relații inutile sau vide, deci cea care este mai simplă. Complet nu vor putea fi evitate relațiile vide, pentru că acestea revin reprezentărilor, deoarece ele sunt doar reprezentări, și anume reprezentări ale spiritului nostru deosebit, fiind deci codeterminate de proprietățile sale de reprezentare.

Până acum am enumerat cerințele pe care le impunem noi înșine reprezentărilor; cu totul altceva sunt cerințele pe care le impunem unei expuneri științifice a unor astfel de reprezentări. Solicităm celei din urmă să ne facă limpede care proprietăți li se atribuie reprezentărilor de dragul admisibilității, care de dragul corectitudinii, care de dragul oportunității. Numai astfel ni se oferă

posibilitatea de a modifica, de a îmbunătăți ceva la reprezentările noastre. Ceea ce le-a fost adăugat reprezentărilor de dragul oportunității este conținut în denumiri, definiții, abrevieri, pe scurt în ceea ce putem adăuga sau retracta după bunul nostru plac. Ceea ce le revine reprezentărilor de dragul corectitudinii este conținut în faptele experimentale, care au servit la construcția reprezentărilor. Ceea ce le revine reprezentărilor de dragul admisibilității este dat prin caracteristicile spiritului nostru. Faptul că o reprezentare este admisibilă sau nu îl putem decide neechivoc prin da sau nu; și aceasta printr-o valabilitate a deciziei noastre pentru toate timpurile. Faptul că o reprezentare este corectă sau nu poate fi decis de asemenea prin da și nu, dar numai în funcție de experiența noastră actuală și sub rezerva referirii la experiențe ulterioare mai bine puse la punct. În privința faptului că o reprezentare va fi oportună sau nu, nu există nici o decizie echivocă, putând exista diferențe de părere. O reprezentare poate oferi avantaje într-o direcție, cealaltă în altă direcție și numai prin verificarea succesivă a unui șir de reprezentări se obțin în final, de-a lungul timpului, cele oportune.

Acestea sunt punctele de vedere în funcție de care, așa cum cred eu, trebuie apreciată valoarea teoriilor fizice și valoarea reprezentării teoriilor fizice. Oricum, ele sunt punctele de vedere dinspre care dorim să apreciem de acum reprezentările date despre principiile mecanicii. În acest sens este desigur necesar să explicăm mai întâi, în mod clar, ce denumim prin acest termen.

Inițial în mecanică, prin principiu s-a înțeles *stricto sensu* acel enunț care nu era redus la rândul său la alte teoreme ale mecanicii, ci care se dorea a fi știut rezultat nemijlocit al altor surse de cunoaștere. Datorită evoluției istorice nu s-a putut evita ca teoremele, care sub premise speciale au fost cândva denumite pe bună dreptate principii, să-și păstreze mai târziu acest nume, chiar dacă pe nedrept. De la Lagrange încolo s-a repetat adeseori afirmația că principiile centrului de greutate și ale suprafețelor sunt în fond doar teoreme cu un conținut general. Dar cu același

drept se poate remarca și că celelalte așa-numite principii nu pot deține acest nume independent unele de altele, ci că fiecare din ele trebuie să coboare la rangul unei concluzii sau teoreme, atunci când reprezentarea mecanicii se bazează pe unul sau mai multe din cele rămase. Noțiunea principiului mecanic nu este, deci, una foarte bine fixată. De aceea, să lăsăm acelor teoreme, în formularea lor individuală, denumirea lor originară; atunci când vorbim însă doar la modul general despre principiile mecanicii, nu dorim ca prin acestea să înțelegem acele teoreme particulare, ci oricare dintre acestea, sau altele asemănătoare la alegere, care satisfac condiția ca din ele, fără a recurge la întreaga experiență, să poată fi dezvoltată pur deductiv întreaga mecanică. În cadrul acestui fel de a le defini, noțiunile fundamentale ale mecanicii împreună cu principiile ce le înlanțuie reprezintă imaginea simplă pe care fizica reușește s-o creeze despre lucruri, despre lumea senzorială și procesele din cadrul ei. Deoarece putem oferi printr-o selecție diferită a teoremelor pe care le luăm ca temei diverse reprezentări despre principiile mecanicii, obținem astfel diferite reprezentări ale lucrurilor, pe care le verificăm și le comparăm între ele, privind admisibilitatea lor, corectitudinea lor și oportunitatea lor.“

(Heinrich Hertz, *Principiile Mecanicii*, 1876.)

Opere: Gesammelte, Werke, 3 vol. 1894-1895.

Scieri despre H.H.: M. Planck, *H.H.* 1894; Johanna Hertz, *H.H. Erinnerungen, Briefe, Tagebücher*, 1927; J.Zenneck, *H.H.* 1929.

Louls de Broglie

(1892 - 1987)

„*Dezvoltarea fizicii contemporane*“

Precum toate științele naturii așa înaintează și fizica pe două căi diferite: pe calea experimentării care ne permite să descoperim și să analizăm un număr crescând de fenomene, de date fizice și pe calea teoriei, care ne permite să adunăm și să unificăm datele cercetate într-un sistem coerent, care însă, totodată, prin faptul că

enunță ceva nou indică direcția pentru cercetarea experimentală. Din această consonanță dintre experiment și teorie se naște în fiecare epocă o totalitate de cunoștințe care reprezintă fizica acestei epoci.

Atunci când a început dezvoltarea științei moderne, fizicienii s-au ocupat mai întâi cu studiul acelor fenomene fizice pe care le puteau observa nemijlocit. Astfel, de exemplu, prin studiul echilibrului și al mișcării corpurilor s-a născut acea ramură a fizicii, astăzi autonomă, care se numește mecanică. Studiul fenomenelor sunetelor a dus la acustică, iar prin rezumarea și subordonarea tuturor fenomenelor în care lumina joacă un rol, s-a creat optica.

Faptul că fizica a adâncit într-o măsură considerabilă și a extins în toate direcțiile cunoașterea fenomenelor care au loc în lumea noastră corespundea sarcinilor ei și i-a adus în secolul al XIX-lea faima. Ea n-a dezvoltat mai departe doar disciplinele mari ale fizicii clasice – mecanica, acustica și optica; ea a descoperit, prima fiind, și noi domenii de cunoaștere care au deschis nenumărate perspective: termodinamica și știința despre electricitate.

Cu cât oamenii de știință și tehnicienii din aceste domenii ale fizicii au reușit să stăpânească mai multe amănunte, cu atât numărul utilizărilor practice a devenit mai mare. Invențiile care se datorează progresului din fizică în secolul al XIX-lea și din care tragem astăzi foloase sunt nenumărate – de la mașina cu aburi la radiotelefonie. Aceste invenții ocupă în viața fiecăruia, direct sau indirect, un loc atât de important că nu mai merită să le enumerăm.

Fizica ultimului secol a reușit deci să stăpânească complet fenomenele pe care le percepem în jurul nostru. Fără îndoială, studiul acestor fenomene mai poate să ducă la multe descoperiri și aplicații noi, dar munca principală în acest domeniu pare făcută. De aceea de treizeci sau patruzeci de ani precursorii fizicii și-au îndreptat atenția din ce în ce mai mult către problemele mai subtile care pot fi descoperite și analizate doar cu ajutorul unei tehnici experimentale mult perfecționate: fenomenele moleculare, atomice și intraatomice. Pentru a satisface curiozitatea spiritului uman nu

este suficient să știm cum se comportă corpurile materiale ca întreg în cadrul formelor vizibile de prezentare, cum se derulează reacțiile dintre lumină și materie, privite la scară mare. Trebuie pătruns în amănunte, trebuie încercată analiza structurii materiei și a luminii și trebuie precizate procesele elementare a căror totalitate generează fenomenele vizibile. Pentru a duce aceste cercetări la bun sfârșit este nevoie mai întâi de o tehnică experimentală mult mai rafinată, care permite descoperirea și înregistrarea efectelor extrem de subtile, tehnică cu ajutorul căreia se pot măsura cantități care sunt infinit mai mici decât cele pe care le cunoaștem din experiența noastră zilnică. Este nevoie și de teorii temerare care se sprijină pe matematici superioare, permițându-ne astfel să utilizăm imagini și reprezentări complet noi. Se vede deci de câtă profunzime, de cât talent și de câtă răbdare a fost nevoie pentru a fundamenta și duce mai departe fizica atomică.

Din punct de vedere experimental acest progres a fost caracterizat prin faptul că de la zi la zi cunoștințele noastre despre cele mai mici componente ale materiei s-au lărgit, și odată cu ele cunoștințele fenomenelor care sunt corelate cu existența acestor mici elemente componente.

Deja de mult timp, chimiștii constataseră prin cercetări că aceste corpuri materiale sunt formate din atomi. Putem într-adevăr să împărțim corpurile materiale, conform proprietăților lor, în două categorii: în substanțe compuse, care prin procedee adecvate pot fi reduse la substanțe simple, și în substanțe simple, sau elemente chimice, care rezistă oricărei încercări de divizare. Studiul legilor cantitative după care substanțele simple se leagă pentru a forma substanțe compuse i-a determinat pe chimiști, de un secol încoace, să lucreze cu următoarea ipoteză:

„O substanță simplă se compune din particule mici egale, care poartă numele de atomi ai acestei substanțe simple; substanțele compuse sunt formate din molecule, care la rândul lor se formează din legătura mai multor atomi de substanțe simple.“ După această ipoteză, a descompune o substanță compusă și a o reduce la

elementele care o formează înseamnă deci a rupe moleculele acestei substanțe și a elibera atomii care le conțin. Numărul substanțelor simple cunoscute în prezent este de 89 și se presupune că numărul lor total este de 92 (sau poate 93). Corpurile materiale se compun deci din 92 de tipuri diferite de atomi.

Această ipoteză atomică n-a reușit să facă ordine doar în chimie, ea a pătruns și în fizică. Dacă un corp material este compus din molecule și atomi, atunci proprietățile sale fizice trebuie să poată fi explicate prin compoziția lor atomică. Proprietățile gazelor, de exemplu, le vom putea explica prin constatarea că o substanță gazoasă este compusă dintr-un număr enorm de atomi și molecule care se află într-o mișcare rapidă. Presiunea pe care o substanță gazoasă o exercită asupra pereților unui vas este generată de lovitura moleculelor pe acești pereți. Temperatura acestei substanțe gazoase va fi o funcție a vitezei medii a moleculelor, iar această viteză va crește atunci când crește temperatura. Această concepție a structurii corpurilor gazoase a fost dezvoltată în cea de-a doua jumătate a secolului al XIX-lea sub denumirea de „Teoria cinetică a gazelor“. Ea ne-a permis să explicăm pe ce se bazează legile corpurilor gazoase, pe care experimentul ni le-a relevat. Dacă ipoteza atomică este corectă, atunci proprietățile corpurilor solide și lichide vor trebui să poată fi explicate prin ipoteza că moleculele și atomii ar fi în aceste stări fizice mult mai apropiate decât în stare gazoasă. Forțele considerabile care se manifestă între atomi și molecule trebuie să respecte proprietățile care caracterizează corpurile solide și lichide: incomprehensibilitatea, coeziunea ș.a.m.d. Teoria atomică a materiei a fost confirmată de experiențe frumoase, directe, ca cea a lui Jean Perrin, care ne-au permis să măsurăm greutatea diferitelor tipuri de atomi și să determinăm numărul de atomi care se află într-un centimetru cub.

Fără a mai intra în amănunte privind dezvoltarea teoriei atomice, dorim doar să amintim că ipoteza conform căreia toate corpurile sunt compuse din molecule, care la rândul lor sunt compuse din diferite legături de atomi elementari, s-a dovedit atât

în fizică, cât și în chimie extrem de fertilă și că, în consecință, ea trebuie privită ca o bună reprezentare a realității. Dar fizicienii nu s-au oprit aici. Ei au dorit să știe și din ce sunt compuși atomii la rândul lor și să înțeleagă prin ce diferă atomii diferitelor elemente. Ei au fost sprijiniți în această chestiune de progresul care s-a făcut în cunoașterea fenomenelor electrice. În cadrul studiului acestor fenomene s-a considerat adecvat de la bun început să se considere curentul electric care trece printr-o sârmă de metal ca o scurgere a „sarcinilor electrice“ prin această sârmă. Dar, după cum se știe, există două tipuri de electricitate, cea pozitivă și cea negativă. Este deci la îndemână să admiți existența a doi curenți: curentul electric pozitiv și cel negativ. Acești curenți poți să ți-i imaginezi de două tipuri diferite: o dată, ca și cum ar fi formați dintr-o substanță care umple uniform întregul domeniu în care se află curentul, sau din contră, de parcă ar fi formați dintr-un nor de mici corpusculi, din care fiecare în parte este o mică bilă încărcată electric. Experimentul a decis în favoarea celui de-al doilea concept. Cu aproximativ treizeci de ani în urmă el ne-a arătat că electricitatea *negativă* este alcătuită din corpusculi minuscule complet identici ale căror masă și sarcină electrică sunt extraordinar de mici. Corpusculii electricității negative se numesc *electroni*. S-a reușit separarea unor electroni din materie și cercetarea comportamentului lor atunci când se deplasează într-un spațiu vid. În același timp, s-a confirmat că ei se comportă la fel cum trebuie să se comporte micile particule electrizate după legile mecanicii clasice. Analizându-se comportamentul acestor mici particule în prezența unui câmp electric sau magnetic, s-a reușit măsurarea sarcinii și masei lor, care, repet, sunt ambele extraordinar de mici. Pentru electricitatea pozitivă, structura corpusculară nu poate fi demonstrată atât de direct. Totuși, fizicienii au ajuns la convingerea că și electricitatea pozitivă este subîmpărțită în corpusculi perfect asemănători, care în momentul de față se numesc „protoni“.

Protonul are o masă, care – deși încă foarte mică – este aproape de două mii de ori mai mare decât cea a electronului, un fapt care

demonstrează că între electricitatea pozitivă și negativă există o asimetrie ciudată. În schimb, sarcina protonului este absolut egală cu cea a electronului, dar să fim bine înțeleși, cu semn opus, pozitiv în loc de negativ.

Electronii și protonii au o masă extrem de mică. Această masă, însă, nu este în nici un caz identică cu zero, iar un număr suficient de mare de protoni și electroni vor putea avea o masă totală considerabilă. Acest lucru ne tentează să admitem că toate corpurile materiale, care sunt caracterizate în general prin faptul că sunt grele și au inerție, deci prin masa lor, nu se compun în ultimă instanță din nimic altceva decât dintr-un număr mare de protoni și neutroni. Astfel, atomii elementelor, care sunt ultimele componente din care se alcătuiesc toate substanțele materiale, trebuie să se compună din nou din electroni și protoni, iar cele 92 de tipuri diferite de atomi ale celor 92 de elemente trebuie să reprezinte 92 de legături diverse între electroni și protoni.

Ideea că atomii sunt formați din protoni și electroni a putut fi, în consecință, mai exact precizată mai ales datorită lucrărilor experimentale ale fizicianului englez Rutherford și lucrărilor teoretice ale lui Niels Bohr. S-a demonstrat că atomul unei substanțe simple este format dintr-un nucleu central, care poartă o sarcină pozitivă identică cu multiplul- Z al sarcinii protonului, în care Z este un număr întreg, și că se compune în continuare din Z electroni care orbitează în jurul acestui nucleu. Întregul este neutru din punct de vedere electric. Nucleul însuși este format fără îndoială, așa cum vom vedea mai târziu în amănunt, din protoni și electroni. Aproape întreaga masă a atomului se găsește concentrată în nucleu, pentru că acesta conține protonii, iar aceștia sunt mult mai grei decât electronii. Cel mai simplu atom, cel al hidrogenului, este compus dintr-un nucleu, care este format dintr-un singur proton, în jurul căruia orbitează un singur electron. Cifra Z a sarcinii elementare pozitive purtate de nucleu diferențiază atomul unui element de atomul altuia. Deci substanțele simple au putut fi clasificate într-o succesiune, care corespunde valorilor crescânde

ale cifrei Z , de la hidrogen ($Z=1$) până la uraniu ($Z=92$). S-a constatat că acest procedeu de clasificare a substanțelor simple corespunde cu ceea ce se dezvoltase din diferențele dintre greutatea atomilor și proprietățile chimice, și cunoscut sub denumirea de Sistemul lui Mendeleev (după chimistul rus care îl propusese pentru întâia oară).

Nu pot explica aici în amănunt din ce motive reprezentarea conform căreia atomul ar fi un fel de mic sistem solar, format dintr-un Soare nucleu și planete electroni, a fost salutăată atât de entuziast de fizicieni. Aș dori doar să mă rezum și să spun că această reprezentare ne-a permis să explicăm nu doar proprietățile chimice ale substanțelor simple ci și o serie de proprietăți fizice, cum ar fi de exemplu compoziția razelor de lumină pe care le pot emite în anumite condiții, bunăoară atunci, pentru a da un exemplu, când le aduci la incandescență.

Dar există un punct de care trebuie să ținem seama. Pentru a putea dezvolta în mod satisfăcător teoria conform căreia un atom seamănă cu un sistem solar, Bohr a fost nevoit să introducă o idee ciudată; el a împrumutat-o din teoria cuantică, care a fost dezvoltată mai întâi de Planck. Tocmai am spus că electronul se comportă în acele experimente în care îi poți urmări mișcarea ca un mic corpuscul cu o masă foarte mică și că mișcarea acestuia poate fi prezisă, aplicându-se legile mecanicii clasice. Dar acestea se schimbă atunci când ne ocupăm de mișcările unui electron care se deplasează pe traiectorii de dimensiuni foarte mici, mișcări pe care nu le putem urmări prin observații, pe care Bohr le-a imaginat însă pentru a putea calcula particularitățile modelului său atomic planetar. Planck a fost primul care a recunoscut că astfel de mișcări nu trebuie să urmeze exact legile mecanicii clasice. Dintre toate mișcările pe care mecanica clasică le recunoaște drept posibile numai unele pot fi executate într-adevăr de către electron: aceste mișcări preferențiale au fost denumite mișcări „cuantificate”. Bohr s-a văzut nevoit să preia din nou în teoria sa a sistemului atomic planetar ideile lui Planck; el a descoperit că electronii planetari

pot executa numai mișcări cuantificate, și această condiție constituie practic cheia pentru toate proprietățile atomilor.

Să rezumăm pe scurt cele spuse. Studiul proprietăților corpurilor materiale a dus fizicienii la presupunerea că materia n-ar fi compusă din nimic altceva decât din mici corpusculi, electroni și protoni. Diferite legături ale acestor corpusculi formează atomii celor 92 de substanțe simple, din care sunt construite moleculele substanțelor compuse. Aceasta este concluzia la care se ajunsese cu aproximativ douăzeci de ani în urmă. Vom vedea în curând că de atunci lucrurile s-au complicat; acum însă, trebuie să încetăm pentru o clipă să ne preocupăm de substanță și să vorbim puțin despre lumină.

Lumina, care ajunge la noi de la Soare sau stele, atinge ochiul nostru, după ce a străbătut spații imense în care nu există materie. Lumina străbate în viteză deci spațiul vid, fără dificultăți, și, spre deosebire de sunet de exemplu, nu este legată de o mișcare a substanței. Descrierea lumii fizice ar fi deci incompletă dacă nu s-ar adăuga la substanță altceva, ceva ce este independentă de aceasta: lumina.

Dar ce este lumina? Din ce este formată?

Filosofia Antichității precum și mulți alți oameni de știință până la începutul ultimului secol au susținut că lumina este compusă din mici corpusculi care se află într-o mișcare rapidă. Prin această ipoteză este nemijlocit explicată propagarea rectilinie, pe care lumina o are în condiții obișnuite și de asemenea reflexia, pe care lumina o suferă lovind oglinda.

La această teorie corpusculară a luminii s-a renunțat complet deja acum un secol; lucrările fizicianului Young și mai ales cercetările francezului Augustin Fresnel au determinat acest lucru. Young și Fresnel au descoperit o categorie de fenomene luminoase, fenomenele de interferență și de refracție care nu pot fi explicate de teoria corpusculară. Fresnel a arătat totodată că o altă reprezentare despre natura ondulatorie a luminii nu dă socoteală

doar de fenomenele clasice – propagarea rectilinie, reflexia și refracția – ci totodată și de fenomenele de interferență și difracție.

Ideea naturii ondulatorii a luminii, care a fost afirmată deja timpuriu de câteva minți inteligente, cum ar fi de exemplu olandezul Christian Huygens, pornește de la ideea că propagarea luminii trebuie comparată cu propagarea unui val într-un mediu elastic, cu cercurile de valuri pe care aruncarea unei pietre le provoacă în apă. Deoarece lumina se propagă în spațiul vid, Fresnel a admis un mediu fin, și anume „eterul“ care pătrunde toate corpurile materiale, umple spațiile goale și servește undelor luminoase ca suport.

Ce se înțelege însă printr-o undă? O undă, atunci când se propagă liber, este identică cu o succesiune de valuri, ale căror coame sunt separate de o distanță constantă, care se numește „lungime de undă“. Totalitatea acestor valuri se deplasează pe direcția de propagare cu o viteză determinată, adică viteza de propagare a undei, care pentru undele luminoase este de 300.000 km pe secundă în spațiul vid, așa cum au demonstrat-o experiențele care au fost efectuate după moartea lui Fresnel. Diferitele valuri cu coamele și văile lor trec continuu prin unul și același punct în spațiu. Mărimea, care se propagă prin unde, se schimbă deci acolo periodic, iar perioada acestei unde este vădit identică cu timpul care se scurge între trecerea a două coame succesive.

Am văzut până acum doar cum se propagă o undă atunci când nimic nu-i împiedică propagarea. Lucrurile se petrec altfel atunci când unda, în timpul propagării ei, se lovește de obstacole, când de exemplu se lovește de suprafețe, care o opresc sau o reflectă, sau când trebuie să treacă prin fantele dintr-un ecran, sau în sfârșit când se lovește de puncte materiale care o dispersează. Atunci când unda este deformată în așa măsură și reflectată înspre sine nu mai ai de-a face cu o undă simplă ci cu o suprapunere de unde simple. Starea de oscilație care survine în fiecare punct depinde atunci de felul în care efectele diferitelor unde simple suprapuse se însumează sau se anulează. Atunci când undele simple își

însurează efectele, când, după cum se spune, sunt în concordanță de fază, oscilația care rezultă va fi foarte intensă. Dacă, în schimb, unele simple se anulează, dacă au faze contrare, oscilația devine slabă, uneori chiar egală cu zero. Rezumând se poate spune: prin faptul că există obstacole care perturbă propagarea unei unde se formează o repartitie complicată a intensităților oscilatorii, o distribuție care, în plus, depinde într-un înalt grad de lungimea de undă a unde incidente. Acestea sunt fenomenele de interferență și difracție.

Cel ce admite ideea că lumina este formată din unde, va conta de la bun început pe faptul că vor apărea fenomene de interferență și difracție în momentul în care propagării libere a unui fascicul de raze i se opun obstacole. Young și mai apoi Fresnel au arătat că lumina prezintă, în aceste condiții, într-adevăr fenomene de interferență și difracție, iar Fresnel a demonstrat mai departe că reprezentarea privind natura ondulatorie a luminii este suficientă pentru a explica toate fenomenele observate în toate amănuntele. Pornind din acest moment și de-a lungul ultimului secol, natura ondulatorie a luminii a fost recunoscută fără să existe vreo contradicție.

Acum însă, după cum este cunoscut, există diferite tipuri de lumină simplă, din care fiecare corespunde unei „culori” bine determinate. Lumina albă, bunăoară, care este emisă de corpurile albe incandescente, de filamentul unui bec electric de exemplu, se formează prin suprapunerea în succesiune permanentă a tipurilor simple de lumină, a căror culoare se schimbă treptat, prin treceri insesizabile, de la violet la roșu, formând „spectrul”. Teoria ondulatorie a luminii a condus în mod natural la caracterizarea printr-o lungime de undă a fiecărui tip de lumină, a fiecărei componente a spectrului, sau, pentru a ne exprima altfel: ea face ca fiecărei culori să-i corespundă o lungime de undă. Așa s-a reușit măsurarea lungimilor de undă care corespund diferitelor culori ale spectrului, deoarece fenomenele de interferență depind de lungimea de undă; tot astfel s-a putut constata că lungimea de

undă se modifică continuu, crescând de la violetul extrem al spectrului, unde are 4×10^{-7} m, până la roșul extrem unde atinge 8×10^{-7} m.

Acum treizeci de ani încă nu exista nici un motiv de îndoială cu privire la natura ondulatorie a luminii, sau cu privire la cea a altor radiații. Dar de atunci s-au descoperit fenomene produse de raze, necunoscute până atunci, care, după cum se pare, pot fi explicate doar prin reprezentarea corpusculară. Dintre aceste fenomene cel mai important este efectul fotoelectric. Este vorba de următorul fenomen: dacă o bucată de materie, de exemplu un metal, este iradiat cu lumină, se observă adeseori că această bucată de materie elimină electroni într-o mișcare foarte rapidă. Studiul acestui fenomen a arătat că viteza electronilor emiși depinde doar de lungimea de undă a radiațiilor incidente și de natura corpului radiant, și în nici un caz de intensitatea razelor incidente. Numai numărul electronilor emiși este dependent de această intensitate. Mai mult: energia electronilor emiși se modifică în raport invers față de lungimea de undă a unde incidente. Einstein a meditat asupra acestui fenomen și a recunoscut că pentru a-l explica trebuie să recurgi, cel puțin într-o anumită măsură, la structura corpusculară a razelor. El a admis că razele se compun din corpusculi, care dețin o energie invers proporțională cu lungimea de undă, și a arătat că legile efectului fotoelectric pot fi deduse ușor din această ipoteză.

Fizicienii s-au trezit însă, deodată, într-un impas deloc de neglijat: pe lângă totalitatea fenomenelor de interferență și difracție, care arată că lumina este compusă din unde, se situează acum efectul fotoelectric și alte fenomene descoperite recent, care arată că lumina este formată din corpusculi, din „fotoni“, cum se spune în prezent.

Există doar o singură ieșire din acest impas: concepția ondulatorie și cea corpusculară a luminii se vor recunoaște ca fiind două concepții complementare ale aceleiași realități. De fiecare dată când o radiație face schimb de energie cu materia, acest

schimb poate fi descris ca absorbție sau emisie a unui foton de către materie. Dacă se vizează însă descrierea propagării corpusculilor luminoși într-un spațiu, trebuie să recurgi la propagarea ondulatorie. Dezvoltând această idee se ajunge în concluzie la supoziția că densitatea norului corpuscular care este legat de o undă luminoasă este proporțională, în fiecare punct, cu intensitatea acestei unde luminoase. Astfel se ajunge la un fel de sinteză a două teorii vechi rivale și se pot explica în același timp interferențele și efectul fotoelectric. Marele avantaj al acestei sinteze este faptul că ne relevă cât de legate sunt în natură undele și corpusculii, cel puțin în cazul luminii. Dacă așa stau lucrurile cu lumina, nu se poate admite, oare, că același lucru e valabil și pentru materie? Toate eforturile fizicienilor mergeau în direcția reducerii materiei la un tot extins de corpusculi. Dar nu trebuie dedus că, la fel cum un foton nu poate fi separat de unda care este legată de el, și corpusculii materiei sunt mereu legați de o undă? Aceasta este întrebarea principală pe care va trebui s-o lămurim.

Să admitem, pe de o parte, că corpusculii materiei, electronii de exemplu, ar fi secundați mereu de o undă. Dacă acum corpusculii și unda sunt strâns legate, atunci mișcarea corpusculului și propagarea undei nu mai sunt independente unele de altele, iar mărimile mecanice ale corpusculilor (cantitatea de mișcare și energia) trebuie să poată fi legate de mărimile caracteristice ale undei aparținătoare (lungimea de undă și viteza de propagare). Această paralelă este într-adevăr posibilă plecându-se de la legătura care există între foton și unda sa aparținătoare. Teoria unei legături între corpusculii materiali și undele lor aparținătoare este astăzi cunoscută sub denumirea de mecanică ondulatorie.

Atât timp cât unda asociată unui corpuscul se propagă liber într-o regiune, a cărei dimensiune este mare în raport cu lungimea de undă, noua mecanică ne duce într-acolo încât să-i recunoaștem corpusculului legat de o undă aceeași mișcare prezisă de legile mecanicii clasice. Acest lucru este valabil în special pentru mișcarea electronilor, pe care o putem observa direct, astfel

explicându-se de ce studiul mișcării electronilor a dus, la scară mare, la considerarea electronilor ca fiind corpusculi simpli. Există însă cazuri în care legile mecanicii clasice nu mai reușesc să descrie mișcarea corpusculului. Primul dintre aceste cazuri este acela în care propagarea undei adiacente este redusă la o regiune a spațiului, ale cărui dimensiuni corespund celei a lungimii de undă. Acest lucru este valabil pentru electronii în interiorul atomului. Unda legată de electron este atunci forțată să adopte forma unei unde staționare, analogă cu undele staționare elastice, pe care le poate prezenta o sfoară fixată la ambele capete, sau analogă cu undele electrice staționare care se pot forma într-o antenă de radio. Teoria arată că aceste unde staționare pot avea numai anumite lungimi de undă, definibile precis, cărora le corespunde o anumită energie, precis definită, a electronului repartizat, și anume acele stări de energie precis definite care corespund stărilor de mișcare „cuantificate“, pe care Bohr le-a introdus în teoria sa. Și astfel se explică faptul, care până acum a fost enigmatic, că tocmai aceste mișcări cuantificate sunt singurele posibile pe care electronul închis în atom le poate efectua.

Există un al doilea caz în care mișcarea electronului nu trebuie să urmeze legile clasice ale mecanicii, și anume cazul în care unda sa aparținătoare se lovește în timpul propagării de obstacole. Se formează atunci interferențe, iar mișcarea corpusculilor nu mai are nici o legătură cu acea mișcare pe care ar prezice-o mecanica clasică. Pentru a percepe cum trebuie să se desfășoare lucrurile, vom face o comparație cu razele. Să admitem că emitem o radiație cu o lungime cunoscută de undă în direcția unei instalații care este capabilă să producă interferențe. Deoarece știm că radiațiile sunt compuse din fotoni, putem să spunem că emitem un roi de fotoni asupra instalației în discuție. În regiunea în care se formează interferențe, fotonii se repartizează astfel încât se găsesc concentrați acolo unde intensitatea undei repartizate este cea mai mare. Dacă acum emitem asupra aceleiași instalații, nu o radiație, ci un mănunchi de electroni a căror undă adiacentă are aceeași lungime

de undă ca și radiația utilizată mai înainte, atunci unda va interfera ca mai înainte, deoarece fenomenele de interferență corespund lungimii de undă. Și atunci pare natural să admitem că și electronii se vor găsi concentrați acolo unde intensitatea undei este cea mai puternică. Cu alte cuvinte: electronii se vor repartiza la acest al doilea experiment în spațiu ca fotonii la primul. Dacă acest lucru va putea fi constatat se va observa în același timp și existența undei legată de electroni și se va putea vedea dacă formulele mecanicii ondulatorii sunt exacte.

Acum mecanica ondulatorie duce la îmbinarea unei unde cu electronii care dețin viteze ce sunt atinse în experimente obișnuite, unde a căror lungime de undă este de ordinea de mărime a lungimii de undă a razelor Roentgen (a zecea milionime de milimetru). Pentru a putea constata unda de electroni, trebuie să atingi cu ei fenomene de interferență, care să fie analoge cu cele care se obțin cu razele Roentgen. Fenomene de acest tip au fost într-adevăr obținute, mai întâi în anul 1927 prin Davisson și Germer în Statele Unite, apoi printr-un număr mare de experimentatori, și anume prin profesorul G.P.Thomson în Anglia și prin Ponté în Franța. N-o să descriu experimentele lor, ci o să constat doar că au fost pe deplin confirmate de formulele mecanicii ondulatorii.

Aceste experimente grandioase au demonstrat deci că electronul nu este un simplu corpuscul. El este oarecum corpuscul și undă în același timp. Și același lucru este valabil, așa cum au arătat experimentele de mai târziu, pentru proton. Putem deci constata că substanța, la fel ca și lumina, este formată din unde și corpusculi. Deci substanța și lumina par a fi, în ceea ce privește structura lor, mult mai asemănătoare decât s-a crezut înainte. Astfel concepția noastră despre natură devine mult mai limpede și mai simplă.

Nucleul unui atom cu cifra atomică Z poartă, așa cum am văzut mai sus, o sarcină care este identică cu multiplu- Z al sarcinii protonului și care reprezintă aproape întreaga masă a atomului. S-a bănuț de mult că nucleele atomilor se compun din protoni și

electroni, că numărul protonilor depășește numărul electronilor cu Z , astfel încât întreaga masă le revine practic protonilor. Ideea că nucleul ar fi compus a luat ființă oarecum forțat prin interpretarea radioactivității. Descoperirea radioactivității, provocată de Henri Becquerel, este meritul lui Pierre Curie precum și al colaboratoarei și soției sale, Madame Curie, născută Marie Sklodowska. Substanțele radioactive sunt elemente grele, care în rândul elementelor poartă numărul cel mai mare (de la 83 la 92). Ele sunt caracterizate prin faptul că sunt instabile spontan, adică nucleul unuia din atomii lor explodează din timp în timp, transformându-se în nucleul unui atom mai ușor. Această descompunere este însoțită de eliminarea de electroni (raze-beta), atomi ușori de heliu ($Z=2$) (radiații alfa) și de o radiație foarte penetrantă cu o frecvență foarte ridicată (radiații gama). Descoperirea acestui fenomen radioactiv a fost de un interes extrem de mare pentru fizicieni, pentru că a demonstrat că nucleele atomice sunt într-adevăr construcții compuse. Un nucleu complicat formează, atunci când se descompune, un nucleu simplu și realizează astfel spontan transformarea elementelor despre care au vorbit alchimiștii Evului Mediu. Din păcate însă, radioactivitatea este un fenomen asupra căruia nu putem exercita nici un fel de influență. În consecință nu putem face nimic altceva decât s-o observăm, fără vreo posibilitate de a influența modalitățile. La douăzeci de ani după descoperirea radioactivității s-a înregistrat un progres considerabil prin descoperirea dezintegrării atomice artificiale, pe care i-o datorăm fizicianului englez Rutherford. Prin bombardarea unor atomi ușori cu ajutorul unor particule alfa, care la rândul lor sunt emise de substanțe radioactive, s-a reușit spargerea acestor atomi ușori. Se obțin atomi mai simpli și se realizează în acest fel, într-adevăr, o dezintegrare artificială. Numai că această transformare a fost obținută pentru cantități atât de reduse de materie încât, în momentul de față, n-are nici o utilitate practică, utilitatea ei teoretică fiind însă foarte mare, pentru că ea demonstrează unitatea materiei și ne oferă informații despre structura nucleelor.

În ultimii ani s-a progresat enorm în cercetarea dezintegrării artificiale, mai întâi în Anglia unde, sub influența lui Rutherford, tinerii fizicieni Chadwick, Cockroft, Walton și Blackett au obținut rezultate admirabile, iar apoi în diferite alte țări și mai ales în Statele Unite, acolo mai special prin lucrările lui Lawrence. În Franța, la Paris, există două institute importante în care tineri oameni de știință excepțional de dotați se ocupă de problemele atomice. Pe de o parte institutul de radiologie, condus de Madame Curie până la moartea sa, în cadrul căruia activează în primul rând fiica ei, Madame Irène Joliot-Curie și soțul ei F.Joliot precum și Pierre Auger, Rosenblum și alții. Apoi laboratorul pentru cercetări fizice privind razele Roentgen, care a fost întemeiat de fratele autorului și care încă și astăzi este condus de el. Aici Jean Thibaud, J.J.Trillat, Leprince-Ringuet și alți cercetători au făcut experiențe frumoase și fructuoase. .

Desigur, nu pot aici să intru în amănuntele rezultatelor care au dus la un soi de chimie a nucleului atomic. Transformările sunt reprezentate prin ecuații care sunt pe deplin analoge cu cele pe care chimiștii le utilizează de mult timp pentru a reprezenta reacțiile chimice obișnuite. Dar aş dori să prezint în amănunt două descoperiri fundamentale, care au fost făcute pe neașteptate în decursul experimentelor. În primul rând descoperirea neutronului. În cursul anumitor experimente de dezintegrare, atât Chadwick cât și perechea Joliot au constatat în produsele dezintegrării prezența unui nou tip de corpuscul, necunoscut până acum. Acești corpusculi, care traversează foarte ușor materia, par a nu avea nici o sarcină electrică și par să aibă o masă care este identică cu cea a protonului. În momentul de față sunt denumiți „neutroni“. Desigur, e neîndoielic faptul că aceștia dețin un rol important în structura nucleului.

La mai puțin de un an de la descoperirea neutronului (1932) s-a descoperit un al patrulea tip de corpuscul. Studiind efectele dezagregării provocate de radiații cosmice, atât Anderson cât și Blackett și Occhialini au constatat existența electronului pozitiv,

deci a unui corpuscul care are aceeași masă ca și electronul, a cărei sarcină electrică este însă identică cu cea a electronului cu semn invers. Acești electroni pozitivi, care apar mult mai rar decât electronii negativi, joacă desigur un rol însemnat în fenomenele nucleelor atomice.

Ca urmare a acestor descoperiri senzaționale făcute în ultimii ani, situația se prezintă mult mai complicat decât înainte. Pentru că acum cunoaștem patru tipuri de corpusculi: electroni, protoni, electroni pozitivi și neutroni. Dar sunt ele într-adevăr toate elementare? Fără îndoială că nu. Probabil că unul din cei patru trebuie să fie compus. Dacă se admite de exemplu că protonul, electronul și electronul pozitiv sunt elementare, atunci neutronul s-ar compune dintr-un proton care este răspunzător aproape de întreaga masă și dintr-un electron care neutralizează sarcina protonului. Se poate admite – și această ipoteză ni se pare seducătoare – că neutronul și ambele tipuri de electroni sunt corpusculi elementari; protonul s-ar compune atunci dintr-un neutron și un electron pozitiv și ar pierde rangul unui corpuscul simplu elementar. Oricum, descoperirea neutronului și a electronului pozitiv ne-a îmbogățit considerabil cunoștințele despre lumea atomică.

Doresc să mai spun ceva despre radiațiile cosmice. O serie de lucrări care au fost executate în ultimii ani, în primul rând cele ale profesorului Millikan, au arătat existența unei radiații extraordinar de penetrante care pare a veni din spațiul interplanetar. S-a descoperit că această radiație are un efect extrem de puternic asupra materiei, provocând nenumărate dezintegărări atomice. Studiul radiațiilor cosmice este dificil, despre natura acestora știm încă destul de puține, dar este destul de probabil ca în viitorul foarte apropiat să apară și în acest domeniu rezultate numeroase și interesante.

Din această foarte succintă expunere se vede că experimentele de laborator ne-au dăruit de câțiva ani, zi de zi, descoperiri care sunt de o valoare incommensurabilă. Fizica teoretică, a cărei sarcină

este să explice și să conducă încercările experimentale, n-a rămas între timp inactivă.

De treizeci de ani istoria fizicii teoretice a fost determinată de dezvoltarea a două mari teorii de o amploare extraordinară, teoria relativității și teoria cuantică. Dintre ele, teoria relativității, care este mai puțin direct legată de progresul fizicii atomice, este cea care este mai cunoscută publicului larg. Ea pornește de la anumite experiențe care privesc interferența luminii și care n-au putut fi explicate cu ajutorul vechilor teorii. Printr-o forță spirituală, care va rămâne memorabilă în analele științei, Albert Einstein a depășit aceste dificultăți, și anume prin faptul că a introdus noțiuni cu totul noi despre natura spațiului și a timpului și despre relația lor reciprocă. Astfel s-a născut acea frumoasă teorie a relativității, care mai târziu, după ce a fost generalizată, ne-a furnizat o nouă reprezentare despre forța de gravitație. Anumite confirmări experimentale au fost tăgăduite. Ele mai sunt tăgăduite și astăzi, dar un lucru este sigur, faptul că îi datorăm teoriei relativității puncte de vedere extraordinar de noi și fructuoase. Ea ne-a arătat cum pot fi depășite obstacole aparent de netrecut și cum pot fi descoperite puncte de vedere neașteptate, atunci când renunți la anumite păreri preconceptuate, care-și datorează valabilitatea mai mult obișnuinței decât logicii. Teoria relativității a fost un mijloc excelent pentru exersarea spiritului fizicienilor.

La fel de importantă, chiar dacă mai puțin cunoscută marelui public a fost elaborarea teoriei cuantice și dezvoltarea ei. Cu ajutorul ei s-a reușit valorificarea constatărilor fizicii experimentale și întemeierea unei științe a fenomenelor atomice. Dacă doreai descrierea mai exactă a fenomenelor erai supus constrângerii fundamentale de a accepta concepții complet noi, străine fizicii clasice. Pentru a descrie lumea atomică nu este suficient să transferi metode și imagini care sunt valabile în domeniul nostru sau în cel astronomic la domenii mult mai mici. Am văzut deja că pe baza lucrărilor lui Bohr s-a convenit reprezentarea atomilor ca sisteme solare în miniatură, în care electronii joacă rolul planetelor, care

descriu elipse în jurul unui Soare central cu sarcină pozitivă. Dar pentru a obține cu ajutorul acestei reprezentări într-adevăr rezultate interesante, trebuie presupus că sistemul solar atomic respectă anumite legi, și anume legile cuantice, care sunt complet diferite de cele ale sistemelor astronomice. Cu cât s-a meditat mai mult la aceste diferențe, cu atât mai puternic s-a conștientizat marea lor importanță și semnificația lor fundamentală. Introducerea cuantelor a avut ca urmare faptul că, pretutindeni, în fizica atomică, a fost introdusă discontinuitatea; această introducere este esențială, deoarece fără ea atomii ar fi instabili și substanța n-ar putea exista.

Am văzut că de câțiva ani teoria cuantică a admis, în urma descoperirii naturii duble a electronului, cea corpusculară și cea ondulatorie, o nouă formă care este denumită „mecanică ondulatorie”. Succesele ei au fost nenumărate. Mecanica ondulatorie ne-a permis să înțelegem mai bine și să prefigurăm mai corect acele fenomene care depind de existența stărilor staționare cuantificate pentru atomi. Și chimia a tras foloase din dezvoltarea noii teorii, pentru că a rezultat de aici o nouă și foarte interesantă manieră de percepție a legăturilor chimice.

Dezvoltarea mecanicii ondulatorii a determinat fizicienii să-și lărgască din ce în ce mai mult reprezentările. În cadrul acestei noi teorii legile naturii nu mai dețin caracterul strict pe care-l aveau în fizica clasică. Nu mai există nici un determinism de neclintit al fenomenelor, ci doar legi ale probabilității. Acest lucru este exprimat într-o manieră precisă de „relația de indeterminare (incertitudine)” emisă de Werner Heisenberg. Chiar și noțiunile de cauzalitate și individualitate au trebuit să fie supuse unui nou examen, iar din această criză importantă a teoriilor fundamentale ale reprezentărilor noastre fizice vor apărea fără îndoială consecințe pe tărâm filosofic, pe care astăzi încă nu le putem surprinde.

(Louis de Broglie, *Lumină și materie*, cu o prefață de Werner Heisenberg, Ed.a 7-a, Hamburg 1939, Editura Claasen, p.16-36.)

Opere: L'Electron magnétique, Paris 1934; *Ondes et corpuscules*, Paris 1928; *Matière et lumière*, Paris 1937, în germ. *Licht und Materie*, ed.a 7-a, 1949; *Continu et discontinu au physique moderne*, Paris 1941, în germ. *Die Elementarteilchen*, 1943; *Physique et microphysique*, Paris 1947; *Théorie générale des particules à spin*, Paris 1943; *La cybernétique, théorie du signal et de l'information*, Paris 1951.

Anexa noastră a avut scopul de a ilustra situația istorică a științelor moderne ale naturii printr-o selecție, inevitabil succintă, din lucrările reprezentanților celor mai de seamă. Rezumând, vrem să subliniem următoarele:

1. Știința modernă a naturii se distinge la începuturile ei printr-o modestie asumată; ea face afirmații despre contexte strict delimitate, afirmații ce sunt valabile *numai în cadrul acestor limite*.

2. În secolul al XIX-lea, această modestie a dispărut. Cunoștințele fizicii erau considerate ca afirmații despre natura în întregul ei. Fizica vrea să fie filosofie, pretinzându-se adesea ca orice filosofie autentică să fie știință a naturii.

3. Astăzi fizica cunoaște o transformare fundamentală, pe măsură ce trăsătura ei cea mai izbitoare se dovedește a fi reîntoarcerea la modestia sa originală.

4. Conținutul filosofic al unei științe se păstrează doar atunci când ea e conștientă de limitele ei. Marile descoperiri ale proprietăților fenomenelor naturale particulare sunt posibile doar dacă nu se determină în prealabil, prin generalizare, esența unor asemenea fenomene. Doar prin faptul că fizica lasă deschisă problema esenței ultime a corpurilor, materiei, energiei ș.a.m.d, ea ajunge să aibă cunoștințe despre proprietățile particulare ale fenomenelor pe care le descriem prin aceste concepte, ajunge să aibă cunoștințe ce sunt apoi în stare să conducă la o înțelegere cu adevărat filosofică.

TERMEN ENCICLOPEDIC

„NATURA“

Termenul „natură“ provine de la termenul grec *physis*. Acest cuvânt este derivat din rădăcina *phy* (lat. *fio, fui*, germ *bin*), care numește creșterea. *Physisul* circumscrie tot ceea ce se naște și devine, și cuprinde astfel universul în întregul său. Noi traducem termenul prin „natură“ de la cuvântul latinesc *natura*, a cărui semnificație corespunde celei a cuvântului grec (*nasci*, a fi născut, a crește, înrudit cu *gignere*).

În reprezentarea greacă inițială, prin realitate se înțelege în primul rând ceea ce devine nemijlocit, în măsura în care crește; aici trebuie amintit faptul că pentru greci, creșterea naturală adeverește întotdeauna legea imanentă a oricărei ființări. De aceea, adeseori prin termenul de „natură“, ca principiu al devenirii, se înțelege „esența“ unui lucru.

Noțiunea de natură, reprezentarea deci pe care spiritul uman și-o face despre aceasta, traversează o istorie lungă și schimbătoare. Se modifică cunoașterea fenomenelor naturale și prin aceasta și concepția despre natură.

Perioada filosofiei timpurii a cosmogoniilor (secolul 6 î.Hr.), adică perioada dezbaterilor privitoare la originea cosmosului, a universului, este plină de reprezentări mitice în care deja raportul omului față de natură joacă un rol central.

O primă limitare, care nu mai este mitică, ci filosofică, a noțiunii de *physis*, a naturii, începe în Antichitate prin sofistică (Protagoras, 480-410; Gorgias, 483-375; Hippias și Prodicos, contemporani mai tineri ai lui Protagoras) precum și cu filosofia socratică. În această noțiune nu se mai însumează *întreaga realitate*, ci doar un anumit domeniu. Primii care au folosit *physisul* împotriva *nomosului* (legii) au fost sofistii, ei au adus „cele naturale“ în contradicție cu „cele doar convenite“ și „stabilite“ de oameni. Prin euristica lui, Socrate (469-399) își recunoaște disprețul față de o știință a naturii, opunându-i o *știință despre*

om. Într-o parte se situează acum natura, în cealaltă omul și cultura sa. Acum la începuturile gândirii occidentale se pune problema dacă este mai important să cunoști natura sau esența omului.

După trepte premergătoare extraordinar de importante la atomiști (Democrit 460-371) și Platon (427-347; filosofia naturii în „*Timaios*”), găsim marele proiect final al filosofiei grecești a naturii la Aristotel (384-322; opere principale: „*Fizica*”, în greacă și germ. cu note de C. Prantl, Leipzig 1854; „*Metafizica*”, trad. cu note de E. Rolfes, Leipzig 1921, de A. Lasson, Jena 1924; „*Despre suflet*”, trad. de A. Busse, Leipzig 1911; „*Etica nicomahică*”, trad. de E. Rolfes, Leipzig 1920; „*Politica*” trad. de E. Rolfes, Leipzig 1922). Nu putem nici măcar încerca să sugerăm aici conținutul acestei teorii; trebuie doar amintit că școlile de filosofie postaristotelice, deci epicureenii (Epicur 342-270, urmași Hermachos, Zenon din Sidon, născ. pe la 150, Lucretius Carus, 96-55), stoicii (stoicismul vechi 399-150: Zenon din Citium, aprox. 336-264, Cleanthes 331-232, Chrysipp 281/78-208/05; stoicismul de mijloc 150-50 î.Hr.: Panaitios pe la 180-110, Poseidonios pe la 135-51; stoicismul târziu 50 î. Hr.-200 d. Hr.: Seneca, pe la 4 î.Hr.- 65 d.Hr., Epictet pe la 50-138, Marcus Aurelius, 121-180), neopitagoreicii (Nigidius Figulus, prima jumătate a primului secol precreștin, Apollonius din Tyana, primul secol după Hristos, Nicomachos din Cherasa pe la 140 d.Hr., Numenios din Apameia a doua jumătate a secolului al 2-lea) și neoplatonicienii (Ammonios Sakkas, 175-242; Plotin, 205-270; Longinos, 213-273; Porphyrios 232-304; Iamblichos decedat pe la 330, Proclus, 410-485, Simplicius, dec. la 549) aduc multe variante care nu sunt, însă, importante pentru noi. Scindarea lumii în natură și spirit și prin aceasta, prăpastia dintre „fizică” pe de o parte, și etică și logică pe de altă parte, s-a păstrat în stoicism și epicureism, chiar dacă stoicismul a întreprins ultima și singura încercare a unei împăcări universale a celor două domenii: o luptă gigantică, dar în final zadarnică. În neoplatonism *physis-ul* decade în sfârșit, fiind privit ca o realitate irațională, în fond lipsită de valoare.

Gândirea creștină a părinților bisericii (Tertulian, 160-222; Lactantius, 250-325; Clement din Alexandria, 150-215; Origene, 185-254; Eusebios din Cesarea, 265-340) preia parțial termenul inițial platonico-aristotelic al naturii; aici, din cauza faptului că „natura“ este concepută într-un mod străin de spiritul antic, ca o creație a lui Dumnezeu din nimic, termenul se modifică într-un mod decisiv și-și pierde semnificația.

Chiar dacă în Evul Mediu nu există o cercetare a naturii de sine stătătoare, totuși această eră cunoaște o știință a naturii care se distinge prin grija arătată față de moștenirea antică, și mai ales față de cea aristotelică. Păstrătorii moștenirii antice au fost mai întâi filosofii și oamenii de știință în domeniul științelor naturii ai Islamului (Alhazen pe la 965-1039, Avicenna 980-1037). Punctul culminant al științelor medievale ale naturii în Occident îl reprezintă Albert cel Mare (1193-1280) care proiectează o imagine cuprinzătoare a naturii pe temeiul celei aristotelice.

Odată cu epoca *Umanismului și a Renașterii* (sec. al XV-lea și al XVI-lea) se naște o nouă concepție despre natură, care este pentru noi de o importanță centrală. Accesul către natură se caută acum mai ales prin experiment, o noțiune specific modernă, care apare pentru prima dată la Leonardo da Vinci (1452-1519) într-o formă teoretică clară. (Cel mai cunoscut este „Tratatul despre pictură“ și „Despre anatomia omului“. Prezintă o selecție a manuscriselor sale cuprinzătoare de la M. Herzfeld: *Leonardo da Vinci, gânditorul, cercetătorul și poetul*, ed. a III-a, Jena 1910). Experimentul constă în chestionarea naturii în vederea unei teorii proiectate în prealabil, pentru a verifica dacă aceasta este confirmată sau contrazisă de experiment. Punctul de pornire în chestionarea naturii devine *teoria pe care omul o proiectează asupra naturii*. De aceea, după Leonardo da Vinci nu mai e posibil să cunoști întreaga natură, ci doar acele fragmente care apar în cadrul teoriilor și întrebărilor gândite de om. Astfel natura este corelatul omului și al capacității sale.

Noțiunii lui Leonardo de experiment sprijinit pe teorie îi corespunde și noua atitudine fundamentală a lui Bacon (1561-1626); *The Two Books on the Proficiency and Advancement of Learning* 1605; *De dignitate et augmentis scientiarum* 1623; *Novum Organum scientiarum*, 1620). La el a apărut o a doua trăsătură fundamentală, determinantă pentru științele moderne ale naturii. Cunoașterea naturii înseamnă mai ales stăpânirea ei. A cunoaște înseamnă a putea. Prin aceasta se impune un aspect esențial al științei moderne a naturii, pe care Antichitatea nu l-a cunoscut: tehnica, direcționarea nu asupra unei cunoașteri teoretice, ci asupra efectului.

Noțiunea de experiment este dezvoltată în continuare de Galileo Galilei (1564-1642). (Opere principale: *Nuncius Siderus*, 1610; *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, 1632, trad. de E. Strauss, Leipzig 1892; *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*, 1638, trad. de A. von Oettingen în Ostwalds Klassikern, Leipzig 1890, a doua ed. 1908), și asistăm atât la el cât și la Kepler (1571-1630; *Astronomia nova*, 1609; *Harmonices mundi*, 1619) la răsturnarea noțiunii antice despre univers.

Marele apărător al acestei concepții noi despre natură și Univers a fost Giordano Bruno (1548-1600: *De umbris idearum*, 1582; *Della causa, principio et uno*, 1584; *De l'infinito, universo e mondi*, 1584; *Degl'eroici furori*, 1585; *De triplici minimo*, 1591; *De immenso et innumerabilibus*, 1591. Trad.: Giordano Brunos Gesammelte philosophische Werke, în lb. germ. și expl. de L. Kuhlenbeck 1890-1909. Selecție cu traducere și comentarii de E. Grassi: *Heroische Leidenschaften und individuelles Leben*, 1947). Prin el se face un nou pas, dincolo de concepția copernicană a Universului: problema nu constă doar în a opune vechiului sistem geocentric noul sistem solar, ci și în a recunoaște că nu există doar o astfel de lume, ci infinit de multe.

Cu toată concizia impusă, ni se pare totuși necesar să ne oprim o clipă aici. Sistemul cosmic, valabil până la începuturile epocii

moderne, provine din cosmologia lui Aristotel, fiind mijlocit de învățații alexandrini, așadar de Hipparch (aprox. 190-120 î.Hr.), și prezentat în rezumat de Ptolemeu (sec. II d. Hr.). Acest sistem aristotelico-ptolemeic privea lumea geocentric, adică Pământul era așezat imuabil în centrul Universului. Universul și Pământul au formă sferică. Mișcările corpurilor cerești erau explicate prin presupunerea a zece cămăși sferice, transparente, așezate una în alta, în care sunt incluse stelele. Cea mai exterioară din aceste „sfere“ poartă stelele fixe, celelalte poartă planetele. Fiecare planetă aparține unei sfere speciale: acestea gravitează în jurul Pământului și odată cu ele stelele aferente.

În contradicție cu această reprezentare cosmogonică, Copernic (1473-1543) susținuse în scrierea sa *„De revolutionibus orbium coelestium libri VI“* (1543), că soarele s-ar afla în centrul cosmosului, Pământul ar face parte din planete, iar acestea orbitează toate de la vest la est în jurul Soarelui fix.

Și G. Bruno se declară în favoarea acestei construcții a Universului, neghidându-se doar după raționamente astrologice, ci mai ales după convingerea filosofică conform căreia universul nu poate fi finit. În scrierea sa *„Despre cauză“*, care dezbate filosofia tradițională, Bruno susține că Universul nu are nici limite, nici centru. Astfel, lumea pe care o cunoaște omul nu e decât una printre multe altele.

În final, mai amintim de schimbarea determinantă a concepției despre natură a lui Kant (1724-1804; *„Istoria generală a naturii și teoria cerului“* 1755; *„Critica rațiunii pure“* 1781, ed. a 2-a 1787; *„Critica rațiunii practice“* 1788; *„Critica facultății de judecată“* 1790; *„Metafizica moravurilor“* 1797). Problema naturii se soluționează în mare măsură prin problema cunoașterii acesteia: fenomenele senzoriale prin care aflăm natura sunt ordonate dinainte în noi prin formele de intuiție proprii omului (spațiu și timp; categoriile). În acest fel apare apoi un sistem al naturii care se supune necesarmente legilor matematico-fizice pure: omul este legiutorul naturii. Dar din nou apare aici problema omului și a

libertății sale. Libertatea omului este sigură de sine însăși tocmai în contradicție cu natura, în măsura în care depășește necesitatea cauzală. Astfel natura este limitată de formele de cunoaștere ale omului, iar viața sa propriu-zisă, uman-morală, nu mai intră în sfera ei.

Dezvoltarea concepției despre natură în filosofia postkantiană nu mai poate fi urmărită aici în amănunțime. Desigur, concepția lui Hegel (1770-1831) despre științele naturii ca o treaptă premergătoare a filosofiei, demonstrabilă *a priori*, a contribuit în Occident la generarea unei reacții a naturalismului empiric sub numele de pozitivism (Comte, 1798-1857; Mill, 1806-1873; Feuerbach, 1804-1872; Spencer, 1820-1903) și materialism (Moleschott, 1822-1893; Büchner, 1824-1899; Haeckel, 1834-1919). Aceste simplificări mult prea grosiere s-au dovedit, între timp, a nu fi de durată.

De la începutul secolului XX, lumea trece într-o totalitate de relații matematice; sau cel puțin poate fi descrisă în mod corespunzător doar de acestea. Acesta este un proces hotărâtor. Preștiințific și nemijlocit, natura se înfățișează în forma în care omul o percepe prin organele sale senzoriale. Desigur, organele de simț rămân aparatul fundamental de observare; dar fără ajutorul tehnicii omul nu mai face față în cercetare. Astfel, lumea fizicianului se îndepărtează în mod necesar, încetul cu încetul de lumea cotidiană a omului. Încă acum câteva sute de ani, realitatea era privită, la răsăritul Soarelui, așa cum este ea; între timp acest lucru s-a dovedit a fi o iluzie și nu mai putem avea de acum înainte încredere în ochii noștri. Astăzi am ajuns până acolo încât întreaga lume percepută s-a transformat într-o mare de iluzii; vâl după vâl a fost îndepărtat, până când am crezut că ne aflăm în fața ultimului vâl al realității, pe care mai trec fantomatic și imperceptibil doar umbrele electronilor. Intellectul calculator are aici ultimul cuvânt; din prim-planul percepției, lumea se retrage în planul secund al ideii.

Scrierea lui Heisenberg trimite la acest proces, la realitate și la pericolul în care se află omul, atunci când dizolvă natura în plăsmuiri ale gândirii sale, stăpânind-o nemăsurat. La fel ca la începuturile gândirii Occidentale, și astăzi ni se atrage atenția să medităm asupra ființei omului.

Ernesto Grassi

Despre autor

Werner Carl Heisenberg s-a născut la 5 decembrie 1901 la Würzburg ca fiu al profesorului de gimnaziu Dr. August Heisenberg. Tatăl său a devenit în 1909 profesor de greacă modernă și veche la Universitatea din München. Acolo a frecventat Werner Heisenberg gimnaziul Maximilian de orientare umanistă unde, în 1920, a absolvit prin bacalaureat. Apoi a studiat fizica la München. Profesorii săi au fost în primul rând: Sommerfeld, Wien, Pringsheim și Rosenthal. În semestrul de iarnă a studiat cu Born, Frank și Hilbert la Göttingen, dobândind în vara anului 1923, cu Sommerfeld la München, gradul de doctor în filosofie. Ulterior a devenit asistentul lui Born la Göttingen. În vara anului 1924 a obținut la Göttingen *venia legendi*. Din iarna anului 1924 și până în 1925 a lucrat ca bursier Rockefeller la Niels Bohr în Copenhaga, iar în vara lui 1925 îl găsim din nou la Göttingen. În 1926 a fost numit lector pentru fizică teoretică la Universitatea din Copenhaga. În toamna anului 1927 a devenit profesor ordinar pentru fizică teoretică la Universitatea din Leipzig. În anul 1929 a întreprins o călătorie mai lungă de cursuri și conferințe în SUA, Japonia și India. În anii 1932 și 1939 a ținut cursuri în Statele Unite ale Americii. În 1933 a obținut premiul Nobel pentru fizică pentru anul 1932. În anul 1941 a fost chemat la Universitatea din Berlin, devenind totodată directorul Institutului Kaiser-Wilhelm pentru fizică din Berlin-Dahlem. La sfârșitul războiului a fost luat prizonier, împreună cu câțiva alți fizicieni din domeniul fizicii atomice, de trupele americane și dus în Anglia. De acolo s-a întors în primăvara anului 1946 în Germania unde, împreună cu câțiva colaboratori mai vechi a reamenajat Institutul Kaiser-Wilhelm pentru fizică la Göttingen. Institutul, care din 1946 funcționa, sub denumirea de Societatea Max Planck, ca urmașă a Societății Kaiser-Wilhelm și care din 1948 poartă numele de Institutul Max Planck pentru fizică, își concentrează activitatea pe cercetarea radiației cosmice și prin aceasta asupra fizicii atomice a particulelor

elementare. În primăvara anului 1948, W. Heisenberg ține pentru câteva luni cursuri la Universitatea din Cambridge, Anglia, iar în toamna anului 1950 și 1954, în Statele Unite la solicitarea diverselor Universități de acolo. În toamna anului 1955 ține la St. Andrews din Scoția, așa-numitele Gifford Lectures, care tratează problemele de interferență dintre fizica modernă și filosofie și care între timp au apărut în volum. În vara anului 1958 s-a mutat împreună cu Institutul Max Planck pentru fizică la München, unde landul Bavaria a pus la dispoziția institutului său o nouă clădire. La sfârșitul anului 1970 a renunțat la funcția de director al Institutului Max Planck pentru fizică și astrofizică. La 1 februarie 1976 Werner Heisenberg moare la München.

Publicații mai importante ale lui Werner Heisenberg:

Die physikalischen Prinzipien der Quantentheorie, Hirzel, Leipzig 1930, ediția a 4-a 1944; *Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaft*, Hirzel, Leipzig 1935, ediția a 9-a 1959; *Die Physik der Atomkerne*, Vieweg, Braunschweig 1943, ediția a 3-a 1949; (ca editor) *Vorträge über die Kosmische Strahlung*, Springer, Berlin 1943, ediția a 2-a 1953; *Physik und Philosophie*, Hirzel, Stuttgart 1959; Ullstein Taschenbücher-Verlag, Frankfurt/M 1959; *Introduction to the Unified Field Theory of Elementary Particles*, John Wiley Ltd., New York, London (1966); germană: *Einführung in die einheitliche Feldtheorie der Elementarteilchen*, Hirzel, Stuttgart (1967); *Der Teil und das Ganze – Gespräche im Umkreis der Atomphysik*, Piper, München 1969; engl.: *Physics and Beyond – Encounters and Conversations*, Harper & Row, New York, Evanston, London 1971; *Schritte über Grenzen (Pași peste graniță)*, Piper, München 1971.

Publicații în reviste științifice:

Über Stabilität und Turbulenz von Flüssigkeitsströmen. Ann. d. Phys. (4) 74 (1924) 577-627; (împreună cu H. K. Kramers): *Über die Streuung von Strahlungen durch Atome*. Zs. F. Phys. 31 (1925) 681-708; *Über quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen*. Zs. F. Phys. 33 (1925) 879-983; (împreună cu M. Born și P. Jordan): *Zur Quantenmechanik II*. Zs. F. Phys. 35 (1926) 557-615; (împreună cu P. Jordan): *Anwendung zur Quantenmechanik auf das Problem der anomalen Zeemaneffekte*. Zs. f. Phys. 37 (1926) 263-277; *Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik*. Zs. f. Phys. 43 (1927) 172-198; *Zur Quantentheorie des Ferromagnetismus. Probleme der modernen Physik*. (Sommerfeld-Zeitschrift) (1928) 114-122; (împreună cu W. Pauli): *Zur Quantendynamik der Wellenfelder*. Zs. f. Phys. 56 (1929) 1-61; *Über den Bau der Atomkerne*. I. Z. Physik. 77 (1932) 1-11; II. Z. Physik 78 (1932) 156-164; III. Z. Physik 80 (1933) 587-596; *Die Struktur der leichten Atomkerne*. Z. Physik. 96 (1935) 473-484; *Über die „Schauer“ in der kosmischen Strahlung*. Forsch. U. Fortschr.

12 (1936) 341-342; *Zur Theorie der explosionsartigen Schauer in der kosmischen Strahlung* II. Z. Physik 113 (1939) 61-86; *Die „beobachtbaren Größen“ in der Theorie der Elementarteilchen*. I u. II. Z. Physik 120 (1943) 513-538, 673-702; *Zur statistischen Theorie der Turbulenz*, Z. Physik 124 (1948) 628-657; *Mesonenerzeugung als Stoßwellenproblem*. Z. Physik 133 (1952) 65-79; *Zur Quantisierung nichtlinearer Gleichungen*. Nachr. Akad. Wiss. Göttingen 1953, 111-127; *Zur Quantentheorie nichtrenormierbarer Wellengleichungen*. Z. Naturf. 9a (1954) 292-303; *Zur Quantentheorie nichtlinearer Wellengleichungen* III. U. IV. Z. Naturf. 10a (1955) 425-446; 12 a (1957) 177-187; *Erweiterungen des Hilbert-Raums in der Quantentheorie der Wellenfelder*. Z. Phys. 144 (1956) 1-8; *Bemerkungen zur „neuen Tamm-Dancoff-Methode“ in der Wellenfelder*. Nachr. Akad. Wiss. Göttingen 1956 Iia, 27-36/ *Hilbert space II and the „Ghost“ states of Pauli and Källen*. Nuovo Cim. (10) 4 (1956) Suppl. 743-747; *Lee Model and Quantisation of nonlinear Field Equations*. Nucl. Physics 4 (1957) 532-563; (împreună cu H. P. Dürr, H. Mitter, S. Schlieder, K. Yamazaki): *Zur Theorie der Elementarteilchen*. Z. Naturf. 14a (1959) 441-485; (împreună cu H. P. Dürr): *Zur Theorie des „seltsamen“ Teilchen*. Z. Naturf. 16a (1961) 726-747; *Der derzeitige Stand der nichtlinearer Spinortheorie der Elementarteilchen*. Acta Physica Austriaca XIV, 328-339 (1961); *Die Entwicklung der einheitlichen Feldtheorie der Elementarteilchen*. Naturwiss. 50, 3-7 (1963)/ (împreună cu H. P. Dürr, H. Yamamoto, K. Yamazaki): *Quantum electrodynamics in the non linear spinor theory and the value of Sommerfeld's fine structure constant*. Nuovo Cim. X, 38, 1220-1242 (1965); (împreună cu H. P. Dürr): *On the „Spurion“-Theory of strange Particles*. Nuovo Cim. X, 37, 4, 1446-1486 (1965); *Particles as Collective Stationary States. Commemoration Issue for the 30th Anniversary of the Meson Theory by Dr. H. Yukawa*, Progress of Theoretical Physics, Supplement (1965)

Referințe bibliografice

Bibliografie germană:

- Bavink, B., *Die Hauptfragen der heutigen Naturphilosophie*, 1828
- *Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaften*, 1953
 - *Was ist Wahrheit in den Naturwissenschaften?* Wiesbaden, 1947.
 - *Das Weltbild der heutigen Naturwissenschaften und seine Beziehungen zu Philosophie und Religion*, Iserlohn 1947
- Becher, E., *Naturphilosophie*, 1914
- Bopp, F., und Riedel, O., *Die physikalische Entwicklung der Quantentheorie*, 1950
- Burkamp, W., *Naturphilosophie der Gegenwart*, 1930
- Cassirer, E., *Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neueren Zeit*, 3 vol., ediția a 3-a 1922/23, volumul 4 cu titlul: *The Problem of Knowledge*. 1950
- Conrad-Martius, H., *Der Selbstaufbau der Natur*, 1944
- Dannemann, F., *Aus der Werkstatt großer Forscher*, Leipzig 1922
- *Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung*, 1922
 - *Vom Werden der naturwissenschaftlichen Probleme. Grundriß einer Geschichte der Naturwissenschaften*, Leipzig 1928.
- Dessauer, F., *Mensch und Kosmos*, 1949
- *Die Theologie in der Natur*, 1949
 - *Am rande der Dinge. Über das Verhältnis von Wissen und Glauben*, ediția a 2-a 1952
 - *Religion im Lichte der heutigen Naturwissenschaft*, ediția a 3-a 1952
- Driesch, H., *Die Maschine und der Organismus*. Bios vol. IV, Leipzig 1935.
- Einstein, A., *Geometrie und Erfahrung*, 1921
- u. Infeld, L., *Die Evolution der Physik. Von Newton bis zur Quantentheorie*, vol. II, Hamburg 1956, ediția a 9-a 1965.
- Frank, Ph., *Das Ende der mechanistischen Physik*, 1935.
- Geiger, M. *Die philosophische Bedeutung der Relativitätstheorie*, 1921.

Grassi, E., u. Uexküll, Th. V., *Wirklichkeit als Geheimnis und Auftrag*, 1951

Haas, H., *Einführung in theoretische Physik*, 1930

Hartmann, H., *Schöpfer des neuen Weltbildes*, Bonn 1952

Hartmann, M., *Die philosophischen Grundlagen der Naturwissenschaften*, 1948

- u. Gerlach, W., *Naturwissenschaftliche Erkenntnis und ihre Methoden*, 1937

Hartmann, N., *Der Aufbau der realen Welt*, 1940

Heim, K. *Der christliche Gottesglaube und die Naturwissenschaft*, Vol. 1 și 2, Tübingen 1949 și 1951.

Heisenberg, W. *Die physikalischen Prinzipien der Quantentheorie*, Ediția a 4-a Leipzig 1944

- *Die Physik der Atomkerne*, 8 Vorträge. Ediția a 3-a Braunschweig 1949

Heisenberg, W., *Die Einheit des naturwissenschaftlichen Weltbildes*, în: „Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaft“ ediția a 9-a 1959

- *Die gegenwärtige Aufgabe der theoretischen Physik*. Zeitschr. Scientia, Februarheft 1938

- *Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaften*, Ediția a 9-a 1959

- *Die Rolle der Unbestimmtheitsrelation in der modernen Physik*. Monatshefte für Mathematik u. Physik vol. 38, h. 2, 1931.

- *Prinzipielle Fragen der modernen Physik*, în: Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaften, ediția a 9-a 1959

Heimholtz, H. v., *Schriften zur Erkenntnistheorie*, 1921.

Hiltsheimer, A., *Die Welt der ungewohnten Dimensionen*, Leiden 1953

Hönigswald, R., *Naturphilosophie* (Jahrbücher d. Philosophie, Jahrg. 1) 1913

Jakob, H., *Die Grundlagen unserer naturwissenschaftlichen Erkenntnis*, Zürich 1948

Jordan, H., *Die Physik und das Geheimnis des organischen Lebens*, ediția a 6-a, Braunschweig, 1948

- *Die Physik des 20. Jahrhundert*. A 8-a ediție Braunschweig 1949

- *Das Bild der modernen Physik*, Hamburg 1947
- *Schwerkraft und Weltall*, Braunschweig 1952
- Laue, M. v., *Geschichte der Physik*, ediția a 3-a, Bonn 1950
- Lotze, R., u. Sihler, H., *Das Weltbild der Naturwissenschaften*, 1957
- Mach, E., *Die Analyse der Empfindungen*, 1922
- March, A., *Natur und Erkenntnis*, 1948
- *Das neue Denken der modernen Physik*. Vol. 37, Hamburg, ediția a 2-a 1960
- Niggli, P., *Probleme der Naturwissenschaften*, 1949
- Planck, M., *Die Einheit des Wissenschaftsbildes*, 1900
- *Sinn und Grenzen der exakten Wissenschaft*, Ediția a 2-a 1947
- *Vorträge und Erinnerungen*. Ediția a 5-a Stuttgart 1949
- *Kausalgesetz und Willensfreiheit*, 1923
- *Das Weltbild der neuen Physik*, Ediția a 10-a 1947
- *Wege zur physikalischen Erkenntnis*, 1944
- *Wissenschaft und Methode*, 1912
- Reichenbach, H., *Philosophische Grundlagen der Quantenmechanik*, 1949
- Seliger, R., *Die Grundbeziehungen der neuen Physik*, 1948
- Uexküll, Th. v., *Mensch und Natur*, Sammlung Dalp 1953
- u. Grassi, E., *Vom Ursprung der Natur- und Geisteswissenschaften*, 1952
- Weizsäcker, C.F. v., *Die Geschichte der Natur*, Göttingen 1948
- *Physik der Gegenwart*, Bonn 1952
- *Zum Weltbild der Physik*. Ediția a 6-a Stuttgart 1954
- Wenzl, A., *Metaphysik der Physik von heute*. 1935

Bibliografie străină:

- Bohr, N., *Atomtheorie und Naturbeschreibung*, Berlin 1931
- Boutroux, E., *Das Wissenschaftsideal des Mathematikers*, 1927
- Bridgman, *Logik der heutigen Physik*, 1932
- Broglie, L. de, *Physik und Mikrophysik. Aus dem Franz*, Hamburg 1950
- Butterfield, H., *The Origins of Modern Science*, London 1949

Burit, E.C., *The Metaphysical Foundations of Modern Science*, London 1925

Dampier, W. C., *A History of Science*, 3rd. ed. Cambridge 1942

Dingler, H., (editor) *A century of Science 1851-1951. Written by specialist Authors*, London 1951

Dreyer, J. L., *History of the Planetary Systems from Thales to Kepler*, Cambridge 1906

Duhem, P., *Ziel und Struktur der physikalischen Theorien*, 1908

Eddington, A. Sr., *Das Weltbild der Physik. Ein Versuch seiner Philosophischen Deutung* (The Nature of the physical World), Braunschweig 1932

Groot, H., *Raum und Zeit. Eine Untersuchung der metaphysischen Grundlagen unserer Naturwissenschaft*, Frankfurt 1950

Hazard, P., *La crise de la conscience européenne (1690-1715)*. 3 vol. Paris 1935; germană: *Die Krise des europäischen Geistes*, Hamburg 1939

Jeans, J., *The Growth of physical Science*, Cambridge 1947; germană: *Der Werdegang der exakten Wissenschaft*. Berna 1948

- *Physik und Philosophie*, Zürich 1951

- *Die neue Grundlagen der Naturerkenntnis*, Stuttgart 1934

Joad, E.C.M., *Philosophical Aspects of Modern Science*, Ediția a 3-a, Londra 1943

Mieli, A., *La science arabe et son rôle dans l'évolution scientifique mondiale*, Leiden 1939

Oppenheimer, J. R., *Wissenschaft und allgemeines Denken*, rde vol. VI, Hamburg 1955; ediția a 3-a

- *Atomkraft und menschliche Freiheit*, rde. Vol. 52, Hamburg 1957

Poincaré, H., *Wissenschaft und Hypothese*, Ediția a 3-a 1914

- *Letzte Gedanken*, 1913

- *Der Wert der Wissenschaft*, 1906

Sarton, G., *Introduction to the History of Science*, 1947-1950

Taylor, F. S., *A short History of science*, Londra 1939

Thompson, G., *Das Atom*, ediția a 3-a Göttingen 1952

Whitehead, A.N., *The Concept of Nature*, 1920

- *An Inquiry Concerning the Principle of Natural Knowledge*, 1925

- *Science and the Modern World*, Cambridge 1927

Manuale

Finkelburg, W., *Einführung in die Atomphysik*, ediția a 3-a, Berlin
1954

Riezler, W., *Einführung in die Kernphysik*. Ediția a 4-a, Berlin
1950

Index

A

Albert cel Mare 144
Ammonios Sakkas 143
Anderson, Carl David 137
Arhimede 62
Arhytas 66
Aristotel 23, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 143, 146
Auger, Pierre 137
Avicenna 144

B

Bacon, Francis 83, 145
Becquerel, Henri 136
Blackett, Patrick Maynard Stuart 137
Bohr, Niels 11, 27, 28, 127, 128, 134, 139, 149
Boltzmann, Ludwig 26, 27
Born, Max 149, 151
Boyle, Robert 26
Brogie, Louis Victor, de 118, 122, 140
Bruno, Giordano 145, 146
Büchner, Ludwig 147

C

Chadwick, James 137
Chrysipp 143
Cicero 56
Cleanthes 143
Clement din Alexandria 144
Columb, Cristofor 46
Comte, Auguste 147
Copernic, Nicolaus 54, 55, 59, 60, 146
Cotes, R. 84

Curie, Marie 136, 137

Curie, Pierre 136

Cusanus, Nicolaus 55

D

D'Alembert, Jean Lerond 96, 101

Democrit 8, 25, 43, 143

Descartes, René 43, 93, 95, 96, 115

Diodati, Elia 63

Du Bois-Reymond, Emil 114

E

Eddington, Artur Stanley 118

Einstein, Albert 27, 33, 132, 139

Epicur 95

Euclid 40

Eusebios din Cezareea 144

F

Feuerbach, Ludwig 147

Fresnel, Augustin 129

Freyer, Hans 46

G

Galen 72

Galilei, Galileo 5, 6, 61, 63, 78, 79, 82, 83, 145

Gassendi, Pierre 43, 95

Germer, Lester Halbert 135

Gibbs, Josiah Willard 26

Gilbert, William 83

Gorgias 142

H

Haeckel, Ernst 147

Hahn, Otto 31

Harvey, William 83

Hegel, Georg Wilhelm Friedrich 147

Heisenberg, Werner 140, 148, 149, 150, 151
 Hermachos 143
 Hertz, Heinrich 118
 Hilbert, David 149
 Hipparch 146
 Hippias 142
 Huygens, Christian 91

I

Iamblichos 143

J

Gioacchino da Fiore 74
 Jordan, Pascual 30, 151

K

Kamlah, Wilhelm 6
 Kant, Immanuel 24, 113, 146
 Kepler, Johannes 5, 49, 54, 55, 60, 61, 79, 145

L

Lactantius 144
 Lagrange, Joseph Louis 121
 La Mettrie, Julien Offray, de 102, 103
 Laplace, Pierre Simon de 24
 Lawrence, Ernest Orlando 137
 Leibniz, Georg Wilhelm 114, 115
 Leonardo da Vinci 62, 144
 Leprince-Ringuet 137
 Leucip 25, 43
 Liebig, Justus von 104, 105
 Locke, John 96
 Longinos 143
 Lucretius 143

M

Marcus Aurelius 143
 Mariotte, Edmé 83
 Mendeleev, Dmitri 128
 Michelangelo Buonarroti 69
 Mill, John Stuart 147
 Millikan, Robert Andrews 138
 Moleschott, Jacob 147

N

Newton, Isaac 5, 6, 7, 19, 24, 33, 40, 83, 84, 85, 86, 88, 90
 Nigidius Figurus 143
 Nicomachos din Cherasa 143
 Numenios 143

O

Occhialini 137
 Origene 144
 Ostwald, Wilhelm 61, 90, 94, 95, 104, 117, 145
 Ovidiu 73

P

Panaitios 143
 Perrin, Jean 125
 Pitagora 40, 50, 54
 Planck, Max 27, 128, 149, 150
 Platon 42, 43, 56, 59, 143
 Plotin 143
 Ponte 135
 Porphyrios 143
 Poseidonios 143
 Pringsheim, Ernst 149
 Prodicos 142
 Proclos 143
 Protagoras 142
 Ptolemeu 146

R

Rafael 69

Rosenblum 137

Rosenthal 149

Rutherford, Ernest 27, 127, 136, 137

S

Schelling, Friedrich Wilhelm 104

Seneca 143

Simplicius 143

Sommerfeld, Arnold 27, 149

Spencer, Herbert 147

Spinoza, Baruch 113

T

Tertulian 144

Thibaud, Jean 137

Thomson, George 135

Tizian 69

Torricelli, Evangelista 83

Trillat, J. J. 137

V

Virgiliu 73

Voltaire 96

W

Walton, Ernest Thomas 137

Wien, Wilhelm 149

Y

Young, Thomas 129, 131

Z

Zenon din Citium 143

Zenon din Sidon 143

CUPRINS

I IMAGINEA NATURII ÎN FIZICA CONTEMPORANĂ	5
1. Problema naturii	5
a) Schimbări ale atitudinii cercetătorului față de natură	5
b) Modificări în semnificația cuvântului „natură“	7
c) Criza concepției materialiste	9
2. Tehnica	11
a) Interacțiunea dintre tehnică și științele naturii	11
b) Intervenția tehnicii în raportul naturii față de om	13
3. Științele naturii ca parte a interacțiunii dintre om și natură	14
a) Tehnica și schimbările modurilor de viață	14
b) Omul mai stă doar față în față cu sine însuși	16
c) Noua noțiune de adevăr științific	18
d) Conștiința pericolului situației noastre	21
II. FIZICA ATOMICĂ ȘI LEGEA CAUZALITĂȚII	23
1. Noțiunea de cauzalitate	23
2. Legitatea statistică	24
3. Caracterul statistic al teoriei cuantice	27
4. Istoria fizicii atomice mai recente	30
5. Teoria relativității și dizolvarea determinismului	32
III. DESPRE RAPORTUL DINTRE CULTURA UMANISTĂ, ȘTIINȚELE NATURII ȘI OCCIDENT	36
1. Motivele tradiționale ale apărării culturii umaniste	36
2. Descrierea matematică a naturii	39
3. Atomii și cultura umanistă	41
4. Științele naturii și cultura umanistă	43
5. Credința în menirea noastră	45
SURSE ISTORICE (adunate de Ernesto Grassi)	49
I. Începuturile științelor moderne ale naturii	49
Johannes Kepler	49
Galileo Galilei	61
a) Autoapărarea lui Galilei împotriva tradiției	63
„Dialog despre cele două principale sisteme solare“	64
Proiectul lui Galilei privind științele moderne ale naturii	78
„Dialoguri privind cele două principale sisteme solare“	79

<i>Despre mișcarea naturală accelerată</i>	80
<i>Despre mișcarea de aruncare</i>	82
Isaac Newton	83
<i>Cartea a treia a „Principiilor matematice ale filosofiei naturale“</i>	86
<i>Despre sistemul planetar – Reguli pentru cercetarea naturii</i>	86
<i>Cartea a treia a „Principiilor matematice ale filosofiei naturale“</i>	89
<i>Partea a cincea: Despre comete</i>	89
II. Apariția concepției mecaniciste și materialiste despre lume ...	91
1. Aplicarea metodei mecanicii newtoniene la alte domenii (optica) ...	91
Christian Huygens	91
<i>„Despre propagarea rectilinie a razelor“</i>	92
2. Apariția concepției mecaniciste și materialiste despre lume	95
Jean Lerond D'Alembert	96
<i>„Introducere la Enciclopedia”, 1751</i>	97
Julien Offray de La Mettrie	102
<i>„Omul mașină”</i>	102
Wilhelm Ostwald	104
<i>„Prelegeri despre filosofia naturii”</i>	104
<i>Timpul, spațiul, substanța</i>	107
<i>Conștiința</i>	111
III. Criza concepției materialist-mecaniciste	118
Heinrich Hertz	119
<i>Introducere la „Principiile mecanicii”</i>	119
Louis de Broglie	122
<i>Dezvoltarea fizicii contemporane</i>	122
TERMEN ENCICLOPEDIC „NATURA”	142
<i>Despre autor</i>	149
<i>Publicații mai importante ale lui Werner Heisenberg:</i>	151
<i>Publicații în reviste științifice:</i>	151
<i>Referințe bibliografice</i>	153
<i>Bibliografie germană:</i>	153
<i>Bibliografie străină:</i>	155
<i>Manuale</i>	157
<i>Index</i>	159

W

erner Karl Heisenberg
(1901 - 1976), unul dintre
cei mai mari fizicieni ai secolului
XX, este fondatorul mecanicii
cuantice. Totodată el a pus bazele
mecanicii matriceale.

În 1927 a formulat principiul
incertitudinii (care îi poartă numele),
stabilind limitele cunoașterii umane
a universului fizic. W.Heisenberg a
obținut Premiul Nobel pentru fizică
în 1932.

A

utorul pune în discuție
influențele majore pe care
imaginea despre lume a fizicii
contemporane le-a avut asupra
tuturor manifestărilor umane
ale ultimului secol.

Lucrarea atrage atenția asupra
pericolului în care se găsește omul
atunci când dizolvă natura în
structura gândirii sale și o
exploatează fără măsură.

Dacă inițial natura era accesibilă
prin simțuri, acum ea devine
o realitate care poate fi gândită.

ISBN 973-684-332-7



9 789736 843327

Imaginea naturii în fizică



03 41038 62202 5
LEI: 50.000 LG: 5.00